



**MADEIRAS TROPICAIS COM POTENCIAL COMERCIAL  
DA REGIÃO DO RIO XINGU (PARÁ, BRASIL):  
PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E CADEIA PRODUTIVA**

**NEWTON JORDÃO ZERBINI**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**MADEIRAS TROPICAIS COM POTENCIAL COMERCIAL  
DA REGIÃO DO RIO XINGU (PARÁ, BRASIL):  
PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E CADEIA PRODUTIVA**

**NEWTON JORDÃO ZERBINI**

**ORIENTADOR: JOAQUIM CARLOS GONÇALEZ**

**CO-ORIENTADOR: ANDRÉ MERLIN**

**COLABORADORES: HUMBERTO ANGELO E PATRICK PERRÉ**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIA FLORESTAL**

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL.TD-013/2008**

**BRASÍLIA-DF, DEZEMBRO / 2008**

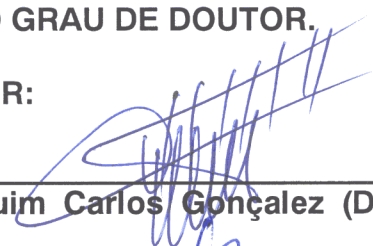
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

MADEIRAS TROPICAIS COM POTENCIAL COMERCIAL NA REGIÃO DO RIO  
XINGU (PARÁ BRASIL): PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E CADEIA  
PRODUTIVA

NEWTON JORDÃO ZERBINI

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE  
BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

APROVADA POR:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Joaquim Carlos González (Departamento de Engenharia Florestal,  
UnB);  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ailton Teixeira do Vale (Departamento de Engenharia Florestal /UnB);  
(Examinador interno)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Humberto Ângelo (Departamento de Engenharia Florestal /UnB);  
(Examinador interno)

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Drª. Ghislaine Miranda Bonduelle (Universidade Federal do Paraná);  
(Examinadora externa)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gerard Janin (Institute Nationale de Recherche Agronomique);  
(Examinador externo)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa (Departamento de Engenharia Florestal  
/UnB);  
(Examinador suplente)

Brasília, 09 de dezembro de 2008

## FICHA CATALOGRÁFICA

ZERBINI, NEWTON JORDÃO

Madeiras tropicais com potencial comercial da região do Rio Xingu (Pará, Brasil): propriedades tecnológicas e cadeia produtiva [Distrito Federal] 2008.

xxiv, 187p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB), Doutor, Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Madeira tropical

2. Propriedades tecnológicas

3. Cadeia produtiva

4. Análise estratégica

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ZERBINI, N. J. (2008). Madeiras tropicais com potencial comercial da região do Rio Xingu (Pará, Brasil): propriedades tecnológicas e cadeia produtiva. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Publicação PPGEFLT.D-013/2008, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 187p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Newton Jordão Zerbini

TÍTULO: Madeiras tropicais com potencial comercial da região do Rio Xingu (Pará, Brasil): propriedades tecnológicas e cadeia produtiva

GRAU: Doutor

ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.



Newton Jordão Zerbini

SQS 102 Bloco G Apartamento 401, Asa Sul

70.330-070 Brasília - DF - Brasil

newton.zerbini@eletronorte.gov.br

**Dedicado a Simone e ao Rafael,  
que sempre estiveram ao meu lado.**

## **AGRADECIMENTOS**

À toda minha família, pelo apoio e compreensão.

Aos professores Joaquim e Humberto, pela amizade, incentivo e orientação.

Aos professores Merlin e Perré, pela orientação.

À Eletronorte, pelo apoio e aos amigos que me auxiliaram e incentivaram.

À ITTO, em especial ao Sobral, pelo suporte financeiro.

Às secretarias da UnB/FT/EFL (Pós e Graduação), pelo auxílio.

Aos colegas da Pós da UnB/FT/EFL, em especial o Gouveia e a Denízia.

Aos colegas da UHP e ENGREF, em especial o Aristide Houngan e o Naoufel Bhouri, a Ghazil Saloua e o Poaty Bouddah.

Ao Janin, pela amizade e apoio.

À professora Raquel, da UNICAMP, pelo auxílio nas medições de ultra-som.

Ao Ivan e Prado, pela amizade e apoio.

Às madeiras Galletti e Boaretto (Breu Branco/PA), pelo apoio na pesquisa de campo.

À marcenaria da UnB, em especial ao Clayton, pelo auxílio na preparação dos corpos de prova.

Ao LPF pelo apoio, em especial ao Marcus, Divino, José Arlete, Sérgio, Maria Helena (Biblioteca) e João (Civil).

À Mme. Huber, M. Perrin, Mme. Christine Gérardin, Carole e demais pesquisadores e colaboradores da UHP e ENGREF, pelo apoio.

Ao Jean Claude e Michel, pelo suporte nas oficinas de madeira e metal da ENGREF.

Aos Dr. Natarajan Ishwaran e Mario Hernandez, pelo apoio para realização de estágio na UNESCO.

Aos professores José Roberto e Cláudio Del Menezzi, pelos ensinamentos e auxílio no projeto.

Aos professores Imanã, Gerson, Varlone e Alexandre pelos ensinamentos.

Ao professor Ildeu, pelos ensinamentos e auxílio nas análises estatísticas.

À professora Jeanine, pelos ensinamentos e comentários na banca examinadora do Seminários Avançados I.

Ao professor Chistopher Fagg pelos comentários na banca examinadora do Seminários Avançados I.

Ao professor Armando Caldeira Pires, revisor ad-hoc do Seminários Avançados I.

Ao professor Ailton, pelos comentários na banca do Exame de Qualificação.

Ao professor Álvaro, pelos comentários na banca do Seminários Avançados II.

Aos que auxiliaram na avaliação do questionário da análise A'WOT.

À Banca Examinadora da defesa de tese.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a finalização deste trabalho.

## RESUMO

### MADEIRAS TROPICAIS COM POTENCIAL COMERCIAL DA REGIÃO DO RIO XINGU (PARÁ, BRASIL): PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E CADEIA PRODUTIVA

O baixo aproveitamento dos recursos florestais e a dificuldade de implementação do Manejo Florestal Sustentável (MFS) no Brasil oneram a extração florestal nacional devido, sobretudo, à falta de informações da cadeia produtiva madeireira, à deficiência de informações tecnológicas relativamente à qualidade da madeira e ao aproveitamento comercial de número reduzido de espécies. A pesquisa desenvolveu-se com a análise estratégica da cadeia produtiva madeireira, mediante a realização de novos ensaios tecnológicos de três espécies com potencial comercial da região de Altamira, no rio Xingu (Oeste do estado do Pará), para melhoria do sistema produtivo das indústrias madeireiras em larga escala e utilização por empresas locais. As três espécies selecionadas foram: *Sterculia pruriens* (Aubl.) K. Schum. (Axixá), *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni (Guajará-bolacha) e *Tachigali myrmecophila* Ducke (Taxi-preto). Coletaram-se dados secundários e de campo na área de estudo do projeto, abrangendo cinco municípios da Mesorregião Sudoeste Paraense. As caracterizações anatômicas e as propriedades físicas e mecânicas das madeiras foram estudadas no Laboratório de Produtos Florestais (LPF), do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), em Brasília - DF. Realizaram-se, ainda, estudos sobre as propriedades da madeira, colorimetria e ultra-som. No Laboratoire d'Études et de Recherche sur le Matériau Bois (LERMAB), da Université Henri Poincaré, Nancy I (UHP) e da Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF), na França, desenvolveram-se estudos sobre novos ensaios tecnológicos que, aplicados às madeiras pouco conhecidas da Região Amazônica, permitirão ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro. Os estudos realizados confirmaram que as madeiras do Axixá, do Guajará e do Taxi efetivamente permitem o aproveitamento comercial pela indústria florestal. As análises de colorimetria, da influência dos extrativos na formação da cor, da assinatura espectral, dos testes de ultra-som e dos ensaios em escala microscópica mostraram-se aplicáveis e factíveis. Comprovou-se a aplicabilidade da técnica A'WOT como ferramenta de planejamento florestal, evidenciando-se a importância do desenvolvimento de ações para introdução de novas madeiras no mercado, conjugadas com outras iniciativas das esferas econômica, técnica e política.

Palavras-chave: madeira tropical; propriedades tecnológicas; cadeia produtiva; análise estratégica



## ABSTRACT

### **FORESTRY ACTIVITIES IN THE REGION OF XINGU RIVER (PARÁ STATE, BRAZIL): PRODUCTIVE CHAIN AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LESS KNOWN SPECIES**

The low utilization of forest resources and the difficulty in implementing the Sustainable Forest Management (SFM) system in Brazil affect the national forest extraction due to, above all, the lack of information about the timber supply chain, the deficiency of technological information on the quality of wood and the commercial use of a small number of species. As a result of this research, the strategic analysis of timber production chain was developed, by new technological essays of three potential species from the region of Altamira, in Xingu River (West of Pará), in order to improve the supply chain system of logging industries and its commercial use by local companies. The three species selected were: *Sterculia pruriens* (Aubl.) K. Schum. (Axixá), *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni (Guajará-bolacha) and *Tachigali myrmecophila* Ducke (Taxi-preto). Secondary research and field data were collected from five counties of the southwestern region of the State of Pará. The anatomical characteristics and the physical and mechanical properties of the woods were studied at the Laboratory of Forest Products (LPF), from the Brazilian Forest Service (SFB), in Brasilia - DF. Furthermore, studies regarding the wood properties, colorimetry and ultrasound were also conducted. Studies on the new testing technology were conducted in the Laboratoire d'Études et de Recherche sur le Matériau Bois (LERMAB) of the University Henri Poincaré, Nancy I (UHP) and the Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF), in France. When these studies are applied to uncommonly known woods of the Amazon region, they will increase the number of species for future timber use. The studies have confirmed that the timber of Axixá, Guajará and Taxi effectively allow for their commercial use by the forestry industry. The analysis of colorimetry, the influence of extractives in the formation of color, spectral signature, ultrasound tests and microscopic scale tests proven to be applicable and feasible. This study also confirmed the technical application of the A'WOT technique as a tool for forestry planning, depicting the importance of developing actions to introduce new woods in the market, in conjunction with other economic, technical and political initiatives.

Keywords: tropical timber; technological properties; supply chain; strategic analysis

## RÉSUMÉ

### ETUDE DE L'ACTIVITÉ FORESTIÈRE DANS LA RÉGION DU FLEUVE XINGU (ÉTAT DU PARÁ, BRÉSIL): LA CHAÎNE DE PRODUCTION DE BOIS ET LES PROPRIÉTÉS TECHNOLOGIQUES DES BOIS DES ESPÈCES PEU CONNUES

La faible exploitation des ressources forestières et la difficulté de mise en œuvre de la Gestion Durable des Forêts (MFS) au Brésil pèsent sur l'exploitation forestière nationale, due surtout au manque d'information de la chaîne de production de bois, le défaut des connaissances techniques sur la qualité des bois et de l'exploitation commerciale d'un petit nombre d'espèces peu connues. Cette recherche a développé l'analyse stratégique de la chaîne de production de bois d'œuvre, par moyen de la réalisation des nouveaux essais techniques de trois espèces ayant un potentiel commercial provenant de la région d'Altamira, dans la région du Fleuve Xingu (à l'ouest du Pará) afin d'améliorer le système de production des industries d'exploitation forestière sur une large échelle et de l'emploi par des entreprises locales. Les trois espèces choisies sont: *Sterculia pruriens* (Aubl.) K. Schum. (Axixá), *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni (Guajará-bolacha) et *Tachigali myrmecophila* Ducke (Taxi-preto). Des données complémentaires et des informations sur le terrain ont été collectées dans la région du projet, qui s'étend sur cinq villes au sud-ouest de la région intérieure de l'État du Pará. La description anatomique et les propriétés physiques et mécaniques des bois ont été étudiés au Laboratoire des Produits Forestiers (LPP), du Service des Forêts du Brésil (SFB), à Brasilia - DF. Des études ont été aussi conduites sur les propriétés du bois, la colorimétrie et l'étude par ultra-sons ont aussi été conduites. Dans le Laboratoire d'Études et de Recherche sur le Matériau Bois (LERMAB) de l'Université Henri Poincaré, Nancy I (UHP) et l'École Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF), à Nancy, en France, ont été conduites des études sur des nouvelles technologies qui, appliquées aux espèces peu connues de la région de l'Amazonie, permettent d'augmenter le nombre des espèces offrant la possibilité d'exploitation commerciale. Les études ont confirmé que le bois d'Axixá, du Guajará et du Taxi sont aptes et permettent un usage commercial par l'industrie forestière. L'analyse de la colorimétrie, la résistance à l'exposition aux rayons ultra-violets, l'influence des extraits organiques dans la formation de la couleur, la signature spectrale, les tests d'ultra-son et des essais à l'échelle microscopique se sont trouvés faisables et applicables. La mise en œuvre de la technique A'WOT a été confirmée comme un outil valable pour la planification forestière, laquelle a mis en valeur l'importance de développer des actions visant à l'introduction de nouvelles bois dans le marché, en association avec d'autres initiatives de dimensions économique, technique et politique.

Mots-clés: bois tropicaux; propriétés technologiques; chaîne de production; analyse stratégique

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. AS FLORESTAS TROPICAIS NO MUNDO .....	4
3.2. A AMAZÔNIA BRASILEIRA .....	5
3.3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: CARACTERÍSTICAS DO QUADRO ATUAL .....	7
3.3.1. Processo no Estado do Pará .....	9
3.3.2. Dinâmica Municipal .....	13
3.4. EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA AMAZÔNIA .....	22
3.4.1. Caracterização da Vegetação na Área do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte .....	24
3.4.2. Inventário Florestal na Área do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte .....	25
3.5. PRODUÇÃO MADEIREIRA DA FLORESTA AMAZÔNICA .....	26
3.5.1. Arranjo Produtivo Local .....	31
3.5.2. Cadeia Produtiva .....	33
3.6. PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE MADEIRAS .....	38
3.6.1. Caracterização Anatômica .....	40
3.6.2. Propriedades Físicas e Mecânicas .....	41
3.6.3. Técnicas e Ensaio Tecnológicos .....	43
3.6.3.1. Colorimetria .....	43
3.6.3.2. Ultra-som .....	50
3.6.3.3. Técnicas Inovadoras .....	53
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	56
4.1. ÁREA DE ESTUDO .....	56
4.2. CADEIA PRODUTIVA .....	57
4.2.1. Amostra .....	58

4.2.2. Variáveis .....	58
4.2.3. Coleta de Dados .....	59
4.2.4. Análise dos Dados .....	60
4.3. DEFINIÇÃO DAS ESPÉCIES DE ESTUDO E AMOSTRAGEM .....	61
4.4. PROPRIEDADES ANATÔMICAS, FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS .....	62
4.4.1. Descrição das Madeiras Seleccionadas .....	63
4.4.2. Trabalhabilidade .....	63
4.4.3. Propriedades Físicas .....	63
4.4.3.1. Densidade Básica .....	63
4.4.3.2. Retratibilidade .....	64
4.4.4. Propriedades Mecânicas .....	66
4.5. TÉCNICAS E ENSAIOS TECNOLÓGICOS .....	67
4.5.1. Análise Colorimétrica .....	68
4.5.1.1. Influência dos Extrativos .....	69
4.5.1.2. Fotodegradação .....	74
4.5.2. Utilização de Ultra-som para Estimativa de Propriedades da Madeira ...	77
4.5.3. Utilização de Microscopia para Avaliação de Propriedades da Madeira	78
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	84
5.1. ANÁLISE ESTRATÉGICA DA CADEIA PRODUTIVA .....	84
5.1.1. Análise Fatorial em Componentes Principais .....	90
5.1.2. Análise de Cluster .....	103
5.2. DEFINIÇÃO DAS ESPÉCIES DE ESTUDO .....	106
5.3. DESCRIÇÃO ANATÔMICA DAS MADEIRAS SELECIONADAS .....	106
5.3.1. Axixá ( <i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.) – Sterculiaceae .....	107
5.3.2. Guajará-bolacha ( <i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni) – Sapotaceae	110
5.3.3. Taxi-preto ( <i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke) – Caesalpiniaceae .....	112
5.4. TRABALHABILIDADE .....	115
5.5. PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS .....	117
5.5.1. Densidade Básica .....	117
5.5.2. Retratibilidade .....	119
5.5.3. Correlação entre Densidade Básica (DB) e Retratibilidade (R) .....	121

5.5.4. Flexão Estática (MOE e MOR) .....	122
5.6. TÉCNICAS E ENSAIOS TECNOLÓGICOS .....	125
5.6.1. Análise Colorimétrica .....	125
5.6.1.1. Influência dos Extrativos .....	129
5.6.1.2. Fotodegradação .....	137
5.6.2. Ensaio com Utilização de Ultra-som .....	142
5.6.3. Técnicas Microscópicas .....	146
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	150
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	154
APÊNDICES .....	175

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal dos estados da Amazônia Legal .....	13
Tabela 3.2 - Principais indicadores do setor de base florestal do Brasil .....	28
Tabela 4.1 - Questões de pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças da gestão florestal submetidas aos especialistas .....	59
Tabela 5.1 - Avaliação dos especialistas sobre os pontos fortes da gestão florestal .....	84
Tabela 5.2 - Avaliação dos especialistas sobre os pontos fracos da gestão florestal .....	86
Tabela 5.3 - Avaliação dos especialistas sobre as oportunidades da gestão florestal ....	87
Tabela 5.4 - Avaliação dos especialistas sobre as ameaças da gestão florestal .....	89
Tabela 5.5. - Matriz dos autovalores iniciais para a extração dos fatores componentes	91
Tabela 5.6 - Matriz de cargas fatoriais não-rotacionadas (autovetores) das variáveis estudadas nas avaliações dos especialistas sobre as ameaças da gestão florestal .....	93
Tabela 5.7 - Média da pontuação dos grupos formados na Análise de Cluster .....	104
Tabela 5.8 - Avaliação da trabalhabilidade das madeiras de Axixá, Guajará e Taxi ....	116
Tabela 5.9 - Valores de densidade básica encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	118
Tabela 5.10 - Valores de retratibilidade encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	120

Tabela 5.11 - Correlação entre densidade básica (DB) e retratibilidade (R) para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	121
Tabela 5.12 - Valores de flexão estática para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi ...	122
Tabela 5.13 - Correlação entre a densidade básica (DB), o módulo de elasticidade (MOE) e o módulo de ruptura (MOR) para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	123
Tabela 5.14 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos das três madeiras estudadas e de quatro outras madeiras conhecidas .....	125
Tabela 5.15 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos, das faces tangencial e radial, das três madeiras estudadas .....	127
Tabela 5.16 - Teor médio de extrativos com a utilização do metanol .....	130
Tabela 5.17 - Teor médio de extrativos com a utilização do hexano .....	131
Tabela 5.18 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos, por tipo de pastilha .....	134
Tabela 5.19 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos nos diferentes tempos de exposição à radiação ultravioleta .....	138
Tabela 5.20 - Variação das coordenadas colorimétricos após a exposição aos raios ultravioleta .....	141
Tabela 5.21 - Velocidade de propagação das ondas ultra-sonoras .....	142
Tabela 5.22 - Valores médios da constante dinâmica $C_{LL}$ encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	143
Tabela 5.23 - Valores médios de MOE estático e $C_{LL}$ dinâmico para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	144

Tabela 5.24 - Correlação entre $C_{LL}$ e MOR para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	145
Tabela 5.25 - Valores de densidade básica encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	146
Tabela 5.26 - Valores de retratibilidade encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	147
Tabela 5.27 - Valores de micro-retratibilidade ( $\mu R$ ) tangencial e radial obtidos com a utilização do programa de computador MeshPore .....	148



## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Amazônia Legal .....	6
Figura 3.2 - Crescimento populacional da Amazônia Legal no período de 1808 a 2000 .....	7
Figura 3.3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal dos estados brasileiros e do Distrito Federal em 2000.....	8
Figura 3.4 - Regiões de integração do estado do Pará .....	13
Figura 3.5 - Evolução do rebanho bovino no município de Altamira (PA) .....	15
Figura 3.6 - Porto municipal de Vitória do Xingu (PA) .....	17
Figura 3.7 - Zonas madeireiras do estado do Pará .....	21
Figura 3.8 - Produção e consumo de madeira serrada tropical no Brasil .....	27
Figura 3.9 - Sistema CIELAB .....	49
Figura 3.10 - Estrutura de cor do sistema CIELAB .....	49
Figura 4.1 - Mapa de localização da área de estudo .....	56
Figura 4.2 - Mesorregião Sudoeste Paraense .....	57
Figura 4.3 - Espectro eletromagnético .....	68
Figura 4.4 - Espectrocolorímetro .....	68
Figura 4.5 - Circuitos de fluxo do solvente e do gás no extrator ASE 200 .....	71

Figura 4.6 - Extrator acelerado ASE 200 .....	71
Figura 4.7 - Equipamento de fotoenvelhecimento acelerado SEPAP 12/24 .....	74
Figura 4.8 - Espectro visível .....	75
Figura 4.9 - Espectrocolorímetro Lange .....	76
Figura 4.10 - Equipamento de ultra-som Panametrics modelo EPOCH 4 .....	77
Figura 4.11 - Medida no eixo longitudinal .....	78
Figura 4.12 - Serra a fio de diamante, modelo vertical .....	80
Figura 4.13 - Corpo de prova com destaque das sub-unidades .....	80
Figura 4.14 - Sistema para obtenção de imagens .....	81
Figura 4.15 - Sistema de imageamento das sub-unidades de corpos de prova imersos	81
Figura 4.16 - Imagem de sub-unidade de amostra seca .....	82
Figura 4.17 - Sistema de obtenção dos valores de retratibilidade tangencial e radial no programa MeshPore .....	83
Figura 5.1 - Exportações brasileiras de madeira serrada tropical no período de 1997 a 2007 .....	97
Figura 5.2 - Análise gráfica das variáveis utilizando-se como eixos a Componente Principal 1 e a Componente Principal 2 .....	101
Figura 5.3 - Árvore hierárquica da Análise de Cluster .....	103

Figura 5.4 - Tora de Axixá em corte transversal .....	107
Figura 5.5 - Face transversal de Axixá destacando vaso com incrustação (200x) .....	108
Figura 5.6 - Face transversal de Axixá com vasos isolados e grupos de vasos (100x)	108
Figura 5.7 - Face transversal de Axixá demonstrando a largura dos raios, incrustações nos poros e disposição dos poros (2,5x) .....	109
Figura 5.8 - Face tangencial de raio não estratificado de Axixa (2,5x) .....	109
Figura 5.9 - Tora de Guajará em corte transversal .....	110
Figura 5.10 - Face transversal de Guajará com poros obstruídos por substância esbranquiçada (10x) .....	111
Figura 5.11 - Face transversal de Guajará com poros obstruídos por substância esbranquiçada e parênquima axial reticulado (2,5x) .....	111
Figura 5.12 - Face tangencial de Guajará com raio não estratificado (20x) .....	112
Figura 5.13 - Tora de Taxi em corte transversal .....	113
Figura 5.14 - Face transversal de Taxi com parênquima axial unilateral (10x) .....	114
Figura 5.15 - Face transversal de Taxi com poros preenchidos com substâncias esbranquiçadas e parênquima axial unilateral (2,5x) .....	114
Figura 5.16 - Face tangencial de Taxi com raio não estratificado (2,5x) .....	115
Figura 5.17 - Comparação das madeiras das espécies estudadas com outras três espécies .....	124

Figura 5.18 - Assinatura espectral na região do visível das madeiras das três espécies estudadas .....	127
Figura 5.19 - Assinatura espectral na região do visível da média dos valores das faces tangencial e radial da madeira Axixá .....	128
Figura 5.20 - Assinatura espectral na região do visível da média dos valores das faces tangencial e radial da madeira Guajará .....	129
Figura 5.21 - Assinatura espectral na região do visível da média dos valores das faces tangencial e radial da madeira Taxi .....	129
Figura 5.22 - Curva de calibração da absorbância versus a concentração do ácido gálico .....	132
Figura 5.23 - Curva espectral das soluções contendo extrativos das madeiras das três espécies estudadas .....	133
Figura 5.24 - Pastilhas de serragem das madeiras de Axixá, Guajará e Taxi .....	133
Figura 5.25 - Visualização gráfica da assinatura espectral da madeira e das pastilhas de Axixá .....	135
Figura 5.26 - Visualização gráfica da assinatura espectral da madeira e das pastilhas de Guajará .....	135
Figura 5.27 - Visualização gráfica da assinatura espectral da madeira e das pastilhas de Taxi .....	136
Figura 5.28 - Luminosidade pelo tempo de exposição aos raios ultravioleta para as madeiras das três espécies estudadas .....	139

Figura 5.29 - Proposta de modelo global da velocidade de propagação dos ultra-sons  
nas direções naturais das madeiras estudadas ..... 143

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

a*	Tonalidade - coordenada cromática sobre o eixo verde-vermelho
ABIMCI	Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AER	Avaliação Ecológica Rápida
AFNOR	Association Française de Normalisation
AHP	Processo Analítico Hierárquico
APL	Arranjo Produtivo Local
ASE	Accelerated Solvent Extraction
ASTM	American Society for Testing and Materials
A`WOT	Combinação do AHP e SWOT
b	Largura do corpo de prova
b*	Tonalidade - coordenada cromática sobre o eixo azul-amarelo
Bar	Unidade de pressão
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BSI	British Standard Institution
C	Saturação ou cromaticidade
°C	Grau Celsius
CA	Coefficiente de anisotropia
CIE	Commission International de l'Eclairage
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção
C <sub>LL</sub>	Coefficiente da matriz de rigidez
cm	Centímetro
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico
COPANT	Comisión Panamericana de Normas Técnicas
CPT	Comissão Pastoral da Terra
C,T&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
d	Deformação correspondente à carga no limite proporcional
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
DB	Densidade básica

Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras
Eletronorte	Centrais Elétricas do Norte do Brasil
ENGREF	Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
g	Gramma
g/cm <sup>3</sup>	Gramma por centímetro cúbico
G.L.	Grau de liberdade
h	Altura do corpo de prova
h	Hora
h*	Ângulo de tinta
ha	Hectare
Hz	Hertz
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
ISO	International Organization for Standardization
ITTO	Organização Internacional de Madeiras Tropicais
Kcal/mol	Kilocaloria por mol
Kgf	Kilograma força
kg/m <sup>3</sup>	Kilograma por metro cúbico
km	Quilômetro
km <sup>2</sup>	Quilômetro quadrado
L	Comprimento do vão
L*	Luminosidade
LERMAB	Laboratoire d'Études et de Recherches sur le Matériau Bois
LPF	Laboratório de Produtos Florestais
Lt	Dimensão na direção tangencial aos anéis de crescimento
Lr	Dimensão na direção longitudinal aos raios
m	Metro

$m^3$	Metro cúbico
$m^3/ha$	Metro cúbico por hectare
m/s	Metro por segundo
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MDF	Medium Density Fibreboard
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDTX	Movimento pelo Desenvolvimento da Transamazônica e do Xingu
MFS	Manejo Florestal Sustentável
MGE	Modelo de Geração de Emprego
MHz	Megahertz
Mg	Miligrama
ml	Mililitro
MOE	Módulo de elasticidade à flexão estática
MOR	Módulo de ruptura à flexão estática
MPa	Mega Pascal
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi
$M_s$	Massa seca
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
MW	Megawatt
NCS	Natural Colour System
nm	Namômetro
NMR	Imageamento Magnético Nuclear
ONG	Organização Não Governamental
OSA	Swedish Natural Colour System
OSB	Oriented Strand Board
P	Carga máxima
P'	Carga no limite proporcional
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	Projeto Integrado de Colonização
PIN	Planos de Integração Nacional



Q.M.	Quadrado médio
RADAMBRASIL	Projeto RADAMBRASIL
R <sub>t</sub>	Retratibilidade tangencial
R <sub>r</sub>	Retratibilidade radial
R <sub>v</sub>	Retratibilidade volumétrica
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats
t.u.	Teor de umidade
UFPA/FADESP	Universidade Federal do Pará / Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa
UHE	Usina Hidrelétrica
UHP	Université Henri Poincaré, Nancy I
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a Cultura
UNICAMP	Universidade de Campinas
UV	Ultravioleta
V	Volume
VA	Valor Adicionado
V <sub>LL</sub>	Velocidade de propagação da onda na direção longitudinal
V <sub>sat</sub>	Volume saturado
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico
ρ	Densidade aparente
Δa* e Δb*	Varição das coordenadas cromáticas
ΔE*	Varição total da coloração
ΔL*	Varição da luminosidade
μR	Microretratibilidade

## 1. INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica tem sido tema de grandes discussões devido à amplitude das intervenções ali realizadas. A degradação acelerada do meio natural decorre, entre outros fatores, das ações para implantação de pólos de produção agropecuária e mineral, núcleos populacionais de colonização e infra-estrutura de transportes e energia, redefinindo a importância econômica e política da Amazônia no contexto nacional e internacional. Paralelamente, cresce em todo o mundo a consciência de que os problemas ambientais - reais, previsíveis, desconhecidos ou imaginários - afetam processos vitais ao homem em escala global.

A economia da região é baseada nas atividades madeireira, agropecuária, mineral e na Zona Franca de Manaus, sendo a indústria florestal uma das principais atividades que, nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, contribuem com 15 por cento (%) a 20% do Produto Interno Bruto (PIB) (LENTINI et al., 2003; ROCHA et. al., 2000). Alguns estudos demonstram que outras atividades econômicas são mais promissoras economicamente, mas não levam em conta aspectos socioambientais (KITAMURA, 1996; MARGULIS, 2003).

O Manejo Florestal Sustentável (MFS), uma das principais demandas tecnológicas para a região, limita-se a escassas iniciativas de empresas privadas ou projetos experimentais e apenas a adoção de políticas públicas integradas poderá torná-lo viável.

Outra questão associada ao manejo florestal é a valorização integrada de todos os recursos da floresta. O manejo florestal em escala comercial depende do aproveitamento máximo das potencialidades da floresta, visto que envolve custos operacionais que devem ser compensados com o maior valor possível dos produtos a serem colhidos.

Devido ao aproveitamento seletivo de reduzido número de espécies madeireiras, que vem ocasionando sua escassez, são necessários estudos que examinem a existência de novas espécies capazes de ingressar, ou mesmo substituir, as tradicionalmente utilizadas.

BARBOSA et al. (2001) realizaram estudo sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central, constatando aproveitamento industrial de 230 espécies madeireiras, de um total de 3.000 já identificadas na Amazônia. Entretanto, 80% da produção é atendida

por menos de 50 espécies e, deste grupo, apenas 20 a 30% são exaustivamente empregadas na manufatura de móveis e chapas compensadas.

O pequeno número de espécies florestais comerciais, somado à heterogeneidade da floresta tropical Amazônica, que varia de 200 a 250 espécies florestais por hectare (ha), fazem com que o aproveitamento seja baixo (BARBOSA et al., 2001).

O principal argumento pró-manejo das florestas naturais, como um sistema de uso da terra apropriado à Região Amazônica, refere-se à importância da cadeia produtiva da madeira no desenvolvimento regional e à relevância dos aspectos sociais e serviços ambientais possibilitados, em todos os níveis, pela presença da floresta. Ele é uma opção viável para evitar a adoção da agricultura em larga escala e a pecuária extensiva.

Além disso, a utilização dos recursos florestais representa importante fonte de renda e emprego na Amazônia, permitindo uma economia de subsistência que atinge uma população composta de agricultores familiares e extrativistas.

Neste contexto, torna-se essencial a organização da atividade florestal na Amazônia, de modo a incorporar mecanismos inovadores que contribuam para o desenvolvimento sustentável da região. Para que isto se verifique, é necessária a realização de estudos que forneçam elementos técnicos que possibilitem o manejo florestal. O exame do conjunto de fatores associados à cadeia produtiva madeireira poderá ser útil para compreender a atividade e indicar ações que influenciem o arranjo produtivo local madeireiro, proporcionando benefícios socioeconômicos e ambientais para a população de baixa renda envolvida nessa cadeia produtiva. Além disso, o conhecimento de propriedades físicas e mecânicas de espécies madeireiras com potencial comercial permitirá ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro.

## **2. OBJETIVOS**

Este estudo aborda a atividade florestal madeireira na região do rio Xingu. Mais especificamente, busca-se:

- elaborar análise estratégica da cadeia produtiva madeireira;
- caracterizar e indicar madeiras pouco conhecidas com potencial para aproveitamento da indústria de base florestal;
- gerar e difundir tecnologias para as madeiras das espécies pesquisadas: anatomia, propriedades físicas e mecânicas da madeira, colorimetria e ultra-som; e
- propor ações de desenvolvimento sustentável para a região de Altamira.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. AS FLORESTAS TROPICAIS NO MUNDO**

As florestas tropicais são formações naturais caracterizadas por vegetação densa, constituída principalmente por árvores, com complexa diversidade de trepadeiras, epífitas e fauna associada. Entre todos os ecossistemas do planeta, as florestas são os que possuem a maior diversidade biológica e a maior complexidade estrutural, assim como maior número de espécies animais e vegetais coexistindo em um mesmo ambiente (CLARK e CLARK, 2001; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2001; HE et al., 1996).

As florestas tropicais ocorrem nos três grandes continentes da faixa intertropical – Ásia, África e América. Sua distribuição é diretamente determinada pela ocorrência de alta pluviosidade que, de maneira geral, é causada pelo encontro dos ventos alísios que trazem umidade dos oceanos. Também ocorrem florestas tropicais em regiões onde a topografia (cadeias montanhosas continentais) provoca a precipitação da chuva, como é o caso da Mata Atlântica (MORELLATO et al., 2000).

A Avaliação dos Recursos Florestais Mundiais 2000 da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (FAO, 2001) concluiu que a área total mundial coberta por florestas é de aproximadamente 3,9 bilhões de hectares, o que corresponde a quase um terço da área de terra do planeta. A avaliação seguinte da FAO até o ano de 2005 apresentou estimativa de área semelhante (FAO, 2006). Aproximadamente 47% das florestas são tropicais, 9% subtropicais, 11% temperadas e 33% boreais. Cerca de 95% da área florestal é composta por florestas naturais e 5% são florestas plantadas; 17% encontram-se na África; 19%, na região da Ásia e do Pacífico; 27%, na Europa; 12%, na América do Norte; e 25%, na região da América Latina.

Do ponto de vista fisionômico, o domínio Amazônico designa as bacias hidrográficas do Solimões-Amazonas, do Tocantins e de parte da bacia do rio Orinoco, estendendo-se por nove países: Brasil, Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana Francesa, Suriname e Guiana (FERREIRA e SALATI, 2005).

O domínio Amazônico se estende em uma superfície de cerca de 8 milhões de quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>), correspondendo a 2/5 do território da América do Sul e a, aproximadamente, 7% da superfície do planeta. A Região Amazônica sul-americana abriga a maior floresta tropical existente, representando 1/3 das reservas mundiais de florestas tropicais úmidas. É a área de maior biodiversidade e contém o maior banco genético do planeta. Detém 1/5 da disponibilidade mundial de água, além de valioso patrimônio mineral ainda em grande parte desconhecido. Pertencem ao Brasil 60% da sua superfície total, correspondendo à cerca de 5 milhões de km<sup>2</sup>, que representam mais da metade do território nacional. A região responde por quase 80% da cobertura vegetal brasileira (FAO, 2001).

### **3.2. A AMAZÔNIA BRASILEIRA**

“Amazônia” é um termo mundialmente conhecido. Designa a maior bacia hidrográfica do mundo; a grande floresta tropical, que abriga povos indígenas; um dos grandes biomas brasileiros; e uma porção do território nacional delimitada através de norma jurídica, a Amazônia Legal (CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL - ELETRONORTE, [19--]).

No Brasil, a partir da Constituição de 1946, a Amazônia passou a ser objeto de intervenção planejada do Governo brasileiro que, por meio do artigo 199 do texto constitucional, estabeleceu o planejamento de sua valorização econômica dando ênfase, pela primeira vez, aos problemas regionais do país, através da regionalização de programas governamentais (BRASIL, 2005a).

Não se dispunha até recentemente de recorte específico para a produção de dados estatísticos e de estudos para a Amazônia. Para fins estatísticos, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divide o território nacional em cinco macrorregiões, caracterizadas pela predominância de aspectos comuns quanto ao meio físico, à população e à economia. A divisão do território brasileiro em espaços geográficos regionais sempre foi, no entanto, um problema para geógrafos e planejadores. A necessidade de se adotar critérios geográficos e administrativos determinou a atual classificação nas regiões Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste e Sul, feita pelo IBGE (ELETRONORTE, [19--]).

A Região Amazônica brasileira foi dotada de um recorte institucional em 1953, quando foi criada a Amazônia Legal através da Lei número 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Foi incluída toda a Região Norte, abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, Pará e Tocantins; parte dos estados do Maranhão (Nordeste) e Mato Grosso (Centro-Oeste) (BRASIL, 2005c).

A Amazônia Legal abrange superfície de aproximadamente 5.217.423 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 80% estão ocupados pelo bioma Amazônia e aproximadamente 17% pelo Cerrado (17,31% do total). A floresta ocupa cerca de 80% do bioma Amazônico. A ela estão associados variados ecossistemas, matas de terra firme, florestas inundadas, igapós, campos abertos e cerrados, habitados por grande variedade de espécies vegetais e animais – 1,5 milhão de espécies vegetais catalogadas; 50 a 56 mil espécies descritas de plantas superiores, o que equivale a 20% do total de espécies conhecidas; aproximadamente 1.400 espécies de peixes; 550 tipos de pássaros; além de invertebrados, répteis, anfíbios e mamíferos. Muitas dessas espécies apresentam algum nível de ameaça ecológica (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2008; LEWINSOHN e PRADO, 2005; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2002).

Os recortes espaciais da bacia Amazônica, da Amazônia Legal e suas intersecções nos territórios sul-americano e brasileiro podem ser visualizados na Figura 3.1.

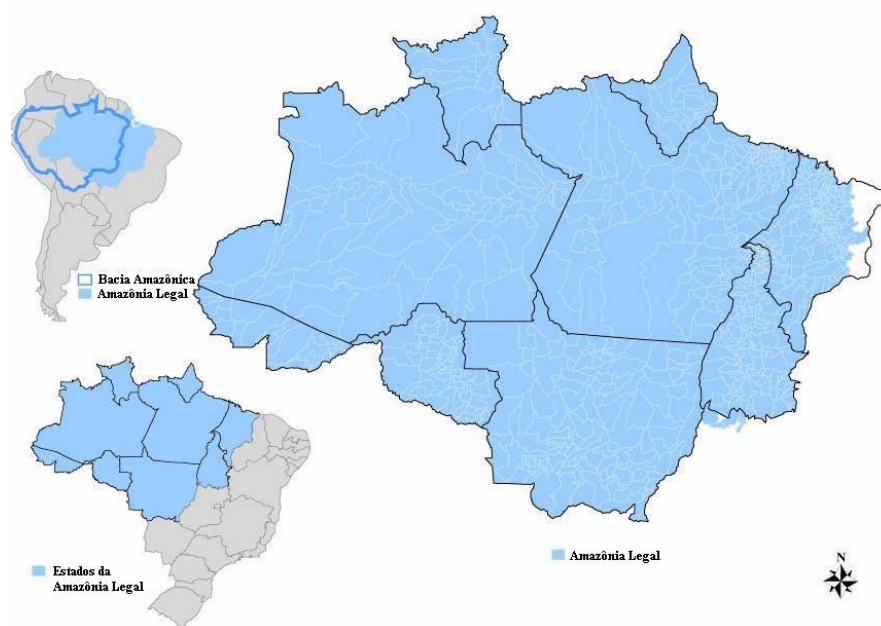


Figura 3.1 - Amazônia Legal.

### 3.3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA: CARACTERÍSTICAS DO QUADRO ATUAL

Devido ao processo acelerado de ocupação da região, o destino da floresta Amazônica é objeto das mais controversas manifestações. Há os que vêem a preservação da floresta como grande entrave ao desenvolvimento econômico da Amazônia. No outro extremo colocam-se os preservadores radicais que pretendem mantê-la intocada, como reserva de pureza ambiental (PANDOLFO, 1974; PANDOLFO, 1978).

Todavia, a ocupação da Amazônia é uma situação irreversível, que deve ser controlada para evitar ou minimizar sua destruição, mediante o aproveitamento racional dos recursos naturais, buscando equilibrar os aspectos ambientais com a ocupação econômico-demográfica (CASTRO, P.C., 2005; LENTINI et al., 2003; SERRA e FERNÁNDEZ, 2004).

Atualmente, a Amazônia é a segunda região brasileira na exploração mineral e ocupa o terceiro lugar na produção de bens de consumo duráveis. Uma série de indicadores, de várias ordens, mostra a clara defasagem existente entre a superfície ocupada pela Amazônia – mais da metade do país – e o seu peso econômico e social, bem menor: representa 60% da superfície do Brasil, porém seu PIB não passa de 5% do PIB nacional. Reunindo apenas 10% da população urbana do país, mais de 60% de seus habitantes vivem em áreas urbanas. Em 2000, estimou-se que habitavam a região cerca de 20 milhões de pessoas, aproximadamente 12% da população brasileira (FERREIRA e SALATI, 2005) (Figura 3.2). Em 1970 eram 8% (LENTINI et al., 2003; THÉRY, 2005).

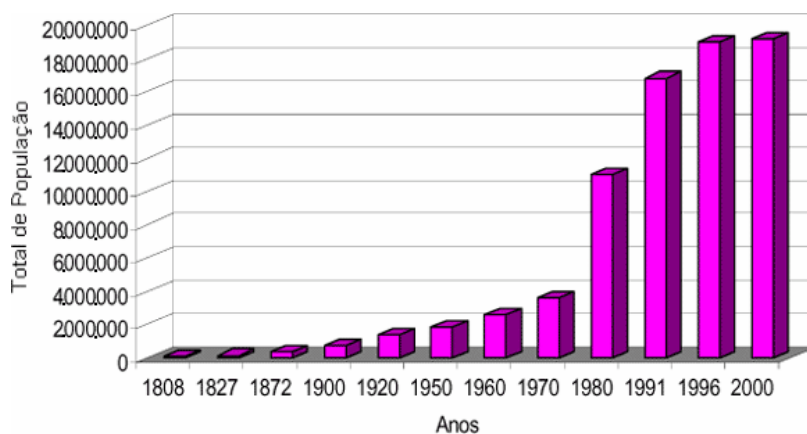


Figura 3.2 - Crescimento populacional da Amazônia Legal no período de 1808 a 2000.



A região é dotada de significativa diversificação social e de grande capacidade de organização e expressão política, mesmo em meio a freqüentes conflitos socioambientais (FARIA, 2004; KOLK, 1998).

Entretanto, analisando-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos 5.507 municípios do país, dos 26 estados e do Distrito Federal, observa-se que a Região Norte apresenta valores inferiores aos das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Em 2003, os estados do Amapá, Roraima e Amazonas tiveram taxas de crescimento abaixo da média nacional e desceram na escala do IDHM. Para os dois últimos, o que mais influiu negativamente foi uma involução na renda, com decréscimos de 2% e 0,9%, respectivamente, no sub-índice dessa dimensão (Figura 3.3) (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD, 2005).

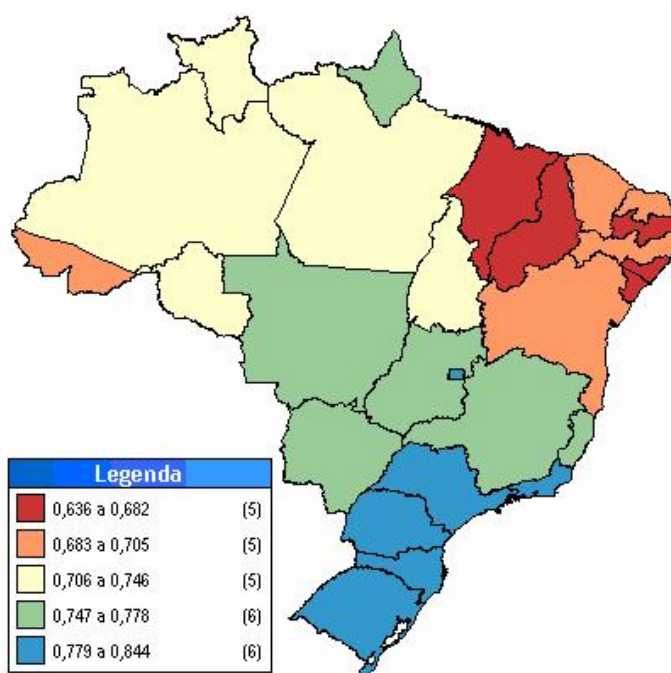


Figura 3.3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal dos estados brasileiros e do Distrito Federal em 2000.

Seja no plano nacional, seja no mundial, a Amazônia é fonte de preocupação devido a sua importância geopolítica e ambiental e às dificuldades decorrentes do modelo de ocupação implantado, responsável por elevados níveis de desmatamentos e outros processos de degradação ambiental (ELETRONORTE, [19--]).

HECHT e COCKBURN (1989) realizaram levantamento da literatura das diferentes correntes existentes sobre as causas do desflorestamento na Amazônia. Destacaram distintas análises da questão: os Malthusianos, que acreditavam ser a seca do Nordeste e a pressão populacional no Sul os principais responsáveis; os seguidores de Garret Hardin responsabilizam a pressão populacional e o descaso na exploração de terras públicas; Rosa Luxemburgo considera que a penetração do capital é que gera o problema; os seguidores de Watts apresentam a questão de forma complexa, considerando que o acesso aos recursos naturais, poder e riqueza mudam de acordo com a política econômica local; aqueles que culpam as empresas internacionais; o uso de tecnologia imprópria; as políticas de desenvolvimento e subsídios; e, por fim, a dívida externa que obriga o país a exaurir seus recursos para amortizar e pagar juros da dívida.

LAURANCE et al. (2002) apontam a densidade populacional rural como fator determinante para o desflorestamento na Amazônia.

O debate atual entre diferentes grupos de pesquisa resume-se, na verdade, em abordagens do modelo teórico adotado para o fator população (SYDENSTRICKER-NETO, 2002).

Entretanto, MORAN e MCCRACKEN (2004) consideram que isso ocorre apenas em amplas escalas temporais e espaciais agregadas. Afirmam que, quando se examinam processos em escala regional, existem vários fatores de mediação e processos demográficos mais complexos que implicam diferenças nas taxas de desflorestamento. Baseados em pesquisa na região de Altamira, na Bacia Amazônica brasileira, identificaram que a magnitude do desflorestamento depende de certas contingências como hiperinflação, políticas de crédito e mudanças na política fundiária.

Particularmente nos anos 70 e 80, obras públicas de infra-estrutura, principalmente estradas e usinas hidrelétricas, promoveram grandes alterações na região e na floresta Amazônica (LEMOS, 2005; REID e SOUZA JR., 2005).

### **3.3.1. Processo no Estado do Pará**

Considerando a importância do recurso florestal na economia regional, o estado do Pará

apresenta-se como interessante fonte de análise do processo de ocupação em decorrência do uso deste recurso.

Diversos elementos podem ser utilizados para fazer esta análise. Entretanto, em razão da ocorrência dispersa e do conjunto de forças subjacentes identificadas como responsáveis pelo problema, o desflorestamento pode ser utilizado como indicador de ocupação na região.

O desflorestamento da Amazônia é, em grande medida, resultante de políticas públicas - econômicas e ambientais – equivocadas, fragilidade institucional, pressões sócio-econômicas (população e renda) e pressões agrotecnológicas (demanda de alimentos) (HUMMEL, 2001; RODRIGUES, R.L.V., 2004).

Avaliação da influência de diversos fatores sócio-econômicos no processo de desflorestamento da floresta amazônica, utilizando-se uma série temporal de 1980 a 1999, permitiu concluir que os mais significativos, em ordem de importância, são a extração madeireira, o aumento da população regional, a produção madeireira, o aumento da malha viária e o efetivo do rebanho bovino. As correlações que apresentaram maior significância com o desflorestamento foram as seguintes variáveis: extensão da malha viária, população, produção de madeira em tora, produção de madeira serrada, PIB, Índice Geral de Preços (IGP), consumo de energia elétrica e rebanho bovino (ANGELO e PRADO, 2008; ANGELO e SÁ, 2007).

Em 1994, o desmatamento no estado do Pará já havia atingido 13% da área original de cobertura florestal, que era de 1.247,40 km<sup>2</sup> e, em 2004, 18% do estado haviam sido desmatados. Em 2004, o desmatamento na Amazônia Legal apresentou a segunda maior taxa registrada na história, atingindo 26.100 km<sup>2</sup>, e, considerando apenas o bioma Amazônia, o desmatamento atingiu 17% (LENTINI et al., 2005a).

Embora seja uma das atividades extrativistas praticadas na fronteira de ocupação, a exploração madeireira, além de ser a mais visível, possui o potencial de catalisar a transformação da paisagem (STONE, 1998).

Os dados macroeconômicos demonstram que o setor madeireiro tem participação modesta

no PIB nacional. Entretanto, em âmbito regional, o setor madeireiro ganha cada vez mais importância para a economia da Amazônia. Por exemplo, no estado do Pará, a atividade madeireira representa aproximadamente 15% do PIB do estado. Algumas projeções indicam que o setor deve continuar a ser uma das principais atividades econômicas nas próximas décadas (AMARAL, 2005).

Em 2002, o PIB da Amazônia Legal era de R\$ 82 bilhões (US\$ 27,5 bilhões), correspondendo a 6,1% do PIB nacional e, à época, o estado do Pará contribuía com aproximadamente 26% para o PIB da região (LENTINI et al., 2005a).

A análise do PIB dos 143 municípios do estado do Pará, abrangendo a série de 1999 a 2002, indica que uma das características mais marcantes da atual distribuição espacial da base produtiva do estado é a predominância da atividade econômica do setor agropecuário. Em 51% do total dos municípios, ou seja 73 municípios, a agropecuária é a principal atividade econômica. O setor de serviços predomina em 43% do total, com 61 municípios desenvolvendo o setor terciário como atividade prioritária. Somente 6% dos 143 municípios têm a atividade industrial como a base de suas economias (GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ - PARÁ, 2005b).

A adequação da metodologia de construção do PIB dos municípios às novas metodologias adotadas pelo IBGE refletiu nova geografia econômica do estado do Pará. Estudos referentes ao ano de 2005 demonstram que, de acordo com o Valor Adicionado (VA) dos setores econômicos, a atividade predominante é o setor de serviços, correspondendo a 124 municípios paraenses, ou seja 86% do total de municípios. O setor agropecuário é a atividade principal desenvolvida em 11 municípios, correspondendo a 8% do total. E apenas oito municípios, representando 6% do total, têm o setor da indústria em sua base econômica determinante (PARÁ, 2007b).

A População Economicamente Ativa (PEA) da Amazônia Legal era de 8,5 milhões de pessoas em 2000, o equivalente a 42% da população total da Amazônia. Nesse mesmo ano, a PEA do estado do Pará era de aproximadamente 1,2 milhão de pessoas (LENTINI et al., 2005a).

Em 2004, a indústria madeireira no Pará gerou aproximadamente 183 mil empregos, dos

quais 60 mil empregos diretos (processamento e exploração florestal) e 123 mil empregos indiretos (LENTINI et al., 2005a).

Parte desse contingente trabalha na colheita de cerca de 11 milhões de metros cúbicos ( $m^3$ ) de madeira em toras, processadas em 1.592 empresas madeireiras, distribuídas em 33 pólos de produção (LENTINI et al., 2005a).

No Pará, a exploração madeireira é sazonal. A estação chuvosa (de dezembro a maio) praticamente imobiliza a exploração em terra firme. De modo inverso, a exploração de espécies de madeiras leves nas áreas de estuário (ou várzeas) ocorre principalmente durante a estação chuvosa, quando as toras podem ser transportadas flutuando das florestas ribeirinhas inundadas (STONE, 2000).

O desenvolvimento econômico do estado nos últimos anos não foi, todavia, acompanhado com a mesma intensidade pelo desenvolvimento social, medido pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

O IDH foi criado originalmente para mensurar o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita). O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto (PNUD, 2005).

Seguindo a mesma metodologia, o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), o IBGE e a Fundação João Pinheiro, calcularam o IDHM no Brasil e encontraram para 1991, 0,696, e para 2000, 0,766 (PNUD, 2005).

Em 1991, o estado do Pará ocupava a 6ª posição no *ranking* de IDHM da Amazônia Legal e em 2000, passou a ocupar a 5ª posição, superando o estado do Amazonas (Tabela 3.1), sendo que nacionalmente ocupa a 15ª posição desde 1991 (PNUD, 2005).

Tabela 3.1 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal dos estados da Amazônia Legal.

Estado	IDHM	IDHM
	1991	2000
Acre	0,624	0,697
Amapá	0,691	0,753
Amazonas	0,664	0,713
Maranhão	0,543	0,636
Mato Grosso	0,685	0,773
Pará	0,650	0,723
Tocantins	0,611	0,710
Rondônia	0,66	0,735
Roraima	0,692	0,746

### 3.3.2. Dinâmica Municipal

A política de desenvolvimento para o estado do Pará tem como uma de suas diretrizes a municipalização do processo de desenvolvimento, partindo-se do reconhecimento de que as dimensões continentais do estado, sua complexidade ambiental e diversidade cultural conformam realidades peculiares que precisam ser consideradas em suas especificidades e que exigem formas diferenciadas de intervenção (Figura 3.4) (PARÁ, 2005c).



Figura 3.4 - Regiões de integração do estado do Pará.

Sob essa ótica, o Governo do Pará estabeleceu a divisão do estado em 12 regiões de integração, que aglutinam espaços com semelhanças de ocupação, de nível social e de dinamismo econômico, e cujos municípios mantêm integração entre si, quer física quer economicamente (PARÁ, 2005c).

No *ranking* do PIB dos 143 municípios, tomando-se o ano de 2002 como referência, os cinco maiores são: Belém, Barcarena, Ananindeua, Tucuruí e Parauapebas. Os municípios de Belém, Barcarena e Ananindeua pertencem à região metropolitana de Belém. Nestes três municípios, os setores mais importantes são os de serviços e da indústria. Os municípios de Parauapebas e de Tucuruí estão situados no sudeste do estado, área de forte vocação mineral e industrial (PARÁ, 2005b).

Com a exclusão destes cinco municípios e fazendo-se o cruzamento dos que contribuíram em 2002 com mais de 1% para o PIB estadual (PARÁ, 2005b) com os maiores IDHM em 2000 (PNUD, 2005), encontram-se os municípios de Altamira, na região de integração do Xingu, e de Redenção, na região de integração do Araguaia.

O município de Redenção situa-se em região do estado com razoável desenvolvimento em relação às regiões mais a oeste. Apresentou melhora no PIB, no período de 1999 a 2002, e no IDHM de 2000 em relação a 1991, embora perdesse uma posição no *ranking* do estado (PARÁ, 2005b; PNUD, 2005).

O município de Altamira encontra-se em região que apresenta reduzida contribuição no PIB do estado, entretanto com tendência de expansão. A evolução do IDHM do município foi significativa no *ranking* do estado, saltando da 31ª posição para a 14ª (PARÁ, 2005b; PNUD, 2005).

Diferentemente dos demais municípios da região, Altamira apresenta alta taxa de urbanização, com certo desenvolvimento industrial, porém não significativo (PARÁ, 2005a).

A pecuária é a principal atividade econômica desenvolvida na região, sendo responsável por mais de 50% do uso produtivo da terra, ressaltando-se que nos últimos anos vêm se

expandindo (Figura 3.5) (INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON, 2007; ELETRONORTE, [19--]).

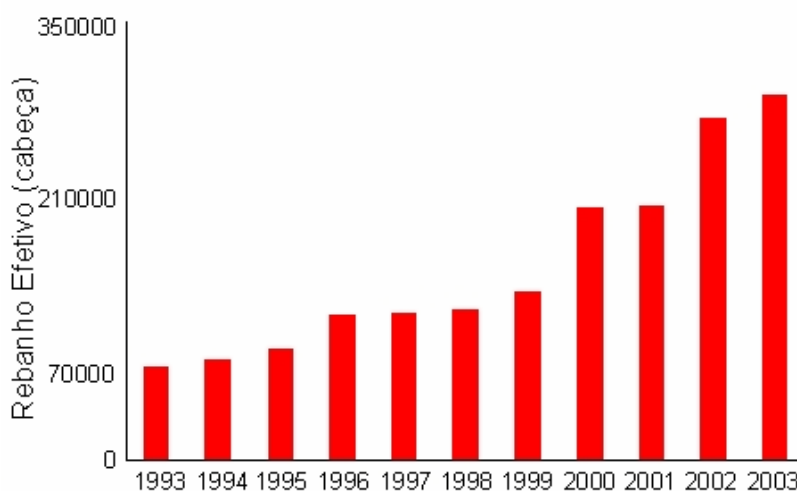


Figura 3.5 - Evolução do rebanho bovino no município de Altamira (PA).

A estrutura fundiária é marcada por alta concentração de terras pertencentes a grandes proprietários rurais, com baixo padrão tecnológico (EL-MOOR, 2003). Dados do Censo Agropecuário de 1996 demonstram que 119 estabelecimentos declararam possuir tratores, o que significa 1,71% do universo de 6.922 propriedades rurais recenseadas na área (ELETRONORTE, [19--]).

Historicamente, a área apresentou ocupação econômica centrada no extrativismo vegetal. Nesse sentido, o extrativismo baseado na coleta de Castanha-do-Pará e extração do látex determinou, durante diversas décadas, a dinâmica econômica da região. Processo desencadeado mais recentemente é a exploração madeireira, acompanhada da expansão pecuária, vivenciada na região, que conforma nova frente econômica na Amazônia Oriental (AMARAL, 2005; ELETRONORTE, [19--]).

Na década de 90, houve crescimento da exploração madeireira, quando se observou a abertura de frentes de extração de madeira nos municípios de Senador José Porfírio, Brasil Novo e Vitória do Xingu, e paulatina intensificação da exploração no município de Altamira. Desse modo, a produção absoluta de madeira em toras cresce dos 6.500 m<sup>3</sup> em 1980, para aproximadamente 360.000 m<sup>3</sup>, em 2002. Essa expansão da frente madeireira ainda é inicial, o que pode ser notado pela baixa participação relativa na produção estadual.



Contudo, na medida em que se esgotam as frentes de exploração do Sudeste e Sul do estado, é provável que seja reforçada. Por outro lado, esse ciclo expansivo madeireiro antecede a frente pecuária, o que determinaria a atual ordem econômica em processo na região (ELETRONORTE, [19--]; PARÁ, 2005a).

A cidade de Altamira, nesse sentido, polariza o seu entorno regional, exercendo a função de localidade central para onde convergem os fluxos econômicos, fundamentalmente, de ordem agropecuária. É, assim, um mercado onde se comercializam e se intermediam produtos. Altamira é, igualmente, um centro sub-regional para onde convergem fluxos de pessoas do seu entorno em busca de informação, serviços médico-hospitalares, bancários, comerciais, de lazer e administrativos federal e estaduais. Constitui, assim, um importante centro organizador do espaço regional (ELETRONORTE, [19--]; EL-MOOR, 2003).

Sob a influência de Altamira, as cidades da região encontram-se em níveis diferenciados de desenvolvimento, Senador José Porfirio constitui um centro zonal que exerce influência sobre um espaço de dimensões menores, enquadrando, em sua área de influência, o município de Anapu. Vitória do Xingu constitui um centro local para o qual convergem fluxos de pessoas e mercadorias sob sua influência. A oeste, Uruará, Medicilândia e Brasil Novo constituem outros importantes centros zonais e locais (ELETRONORTE, [19--]).

O município de Vitória do Xingu apresenta uma configuração econômica baseada na agropecuária e na intermediação comercial proporcionada pelo porto fluvial municipal (Figura 3.6). A importância econômica histórica desse município esteve desde sempre vinculada a sua função portuária, estabelecendo a comunicação, via transporte de cabotagem, entre Altamira e o centro regional representado pela capital do estado, Belém (ELETRONORTE, [19--]).



Figura 3.6 - Porto municipal de Vitória do Xingu (PA).

A história econômica dessa região está marcada pelos Planos de Integração Nacional (PIN), pela construção da rodovia BR-230 (Transamazônica), pela implantação do Projeto Integrado de Colonização (PIC) e pela influência dos investimentos e subsídios governamentais. Na década de 70, o Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia (Polamazônia) conjugava a construção de infra-estrutura com a concessão de subsídios para as empresas privadas (ESPÍRITO SANTO, 2002; SERRA e FERNÁNDEZ, 2004).

A estrutura econômica apresenta preponderância do setor primário, com algum desenvolvimento dos setores secundário e terciário. Aproximadamente 52% da PEA na microrregião de Altamira, formada, em 1991, pelos municípios de Brasil Novo, Senador José Porfírio, Altamira, Anapu, Vitória do Xingu, Medicilândia, Uruará e Pacajá, exercem alguma atividade vinculada à agropecuária e ao extrativismo (ELETRONORTE, [19--]; EL-MOOR, 2003; ESPÍRITO SANTO, 2002).

A conformação industrial da região de Altamira esteve por muitos anos condicionada pelos aspectos de infra-estrutura, em particular a ausência de eletricidade firme e a precariedade de tráfego da BR-230. A oferta de eletricidade firme somente se deu com a construção de linha de transmissão de energia de Tucuruí até Santarém e Itaituba, o Tramo Oeste, que se efetivou somente em meados de 1998 (ELETRONORTE, [19--]; EL-MOOR, 2003; ESPÍRITO SANTO, 2002). O abandono da rodovia Transamazônica e de suas vicinais também representa um entrave ao desenvolvimento da região (EL-MOOR, 2003).

Com oferta segura de energia elétrica, o número de consumidores em Altamira aumentou em 40% no período de 1996 a 1999, sendo que o número de consumidores industriais cresceu cerca de 600%, passando de oito para 47 consumidores. Em 2003, já se verificavam 149 consumidores industriais. Esses números denotam uma importante demanda reprimida por eletricidade, sendo um dos efeitos o refreamento do crescimento econômico do município (PARÁ, 2005a).

Diversos estudos dedicam-se a compreender os fatores sociais que analisam as interfaces entre a presença humana em áreas de floresta tropical e as alterações ambientais.

CASTRO, E.R. et al. (2002) constata, porém, uma lacuna quanto aos atores sociais presentes nas fronteiras de ocupação da Amazônia, o papel que desempenham, as relações entre eles e as macro-dinâmicas que têm conduzido ao avanço indiscriminado do homem sobre a floresta.

Inseridos na estrutura político-administrativa da região de Altamira, EL-MOOR (2003) identifica os diversos atores sociais, compreendidos como entidades, grupos ou indivíduos dotados de identidade própria, reconhecimento social e capacidade de modificar o seu meio ambiente.

A trajetória histórica de ocupação da região possibilitou o surgimento de uma rede ampla de organizações e associações, entre outras formas de manifestação da sociedade civil, que atuam tanto em questões gerais como específicas. Muitas dessas entidades locais foram se organizando, ao longo dos últimos 20 anos, em busca de soluções para os problemas gerados pelo abandono da rodovia Transamazônica e para reivindicar participação nas discussões de empreendimentos conexos desenvolvidos pelo Governo Federal (ALONSO e

CASTRO, 2006; EL-MOOR, 2003; TONI, 2007).

EL-MOOR (2003) descreve os grupos de atores sociais identificados em levantamento realizado na região, no período de 2000 e 2001, com a finalidade de elaborar estratégia de negociação para viabilização da construção de empreendimento hidrelétrico na área. O trabalho resultou na seguinte divisão de grupos de atores sociais:

- atores endógenos: são os que se localizam na região e nela têm sua base de atuação, embora possam ter vinculações externas. São eles: comunidades indígenas; pecuaristas; pequenos e médios produtores; Movimento pelo Desenvolvimento da Transamazônica e do Xingu (MDTX); empresariado urbano de serviços e comerciantes; governos municipais; população a ser remanejada pelo empreendimento (urbana e rural);
- atores de interface: são os que se localizam e têm atuação tanto na região como fora dela. São eles: madeireiros; movimentos religiosos; Organizações Não Governamentais (ONGs) de cunho ambientalista e indigenista; militares; Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB); rede da economia irregular; e
- atores exógenos: são os que se localizam, sobretudo, fora da região, apesar de nela terem interesses e atuação. São eles: organismos financiadores internacionais; empreiteiras; elite intelectual e comunidade científica; Governo Estadual; Governo Federal.

Essa mobilização de diferentes atores extrapola a questão específica de um determinado empreendimento, sem que haja necessariamente consenso sob as perspectivas social e ambiental com relação à temática florestal.

Diversos trabalhos de pesquisa têm trazido contribuições à compreensão das principais causas do desmatamento na Amazônia.

ZHOURI (2006) considera que, a partir de uma análise antropológica das trajetórias pessoais e sociais de ativistas, visando identificar a forma como se engajaram com o tema Amazônia, podem-se identificar três tendências principais: árvores; gente e árvores; e gente. A abordagem centrada no manejo florestal é defendida pelos ativistas da tendência

“árvores” insere-se no contexto de uma “revolução da eficiência”. Essa “revolução” sublinha as mudanças no âmbito da produção, ou seja, visa à racionalização dos usos de energia, água, madeira e de outros recursos, oferecendo, contudo, pouco estímulo para um debate sobre outra revolução, a da “suficiência”, que seria efetivada por mudanças nos padrões de consumo para que a sustentabilidade socioambiental fosse, de fato, alcançada.

Segundo dados da Comissão Pastoral da Terra (CPT), a abertura de novas estradas e o processo acelerado de ocupação na região, reativando fronteiras econômicas antigas e movimentando novas fronteiras, tem acelerado o processo de expropriação e exploração irracional do território, o que resulta em desmatamento e conflitos sociais envolvendo novos e antigos ocupantes da região (SAUER, 2005).

LELE et al. (2000) demonstraram que, por causa da fiscalização deficiente, da baixa disponibilidade tecnológica e de altas taxas de retorno econômico, a extração de madeira na Amazônia é predominantemente (97%) feita sem manejo florestal. Somente em poucos casos, os planos de manejo aprovados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) são realmente implementados.

Esse quadro, associado a mudanças políticas e administrativas no âmbito federal, motivou a intensificação das ações fiscalizatórias, resultando na expressiva redução da presença de empresas madeireiras na região de Altamira e conseqüente queda da produção (PARÁ, 2007a).

Entretanto, estudo recente realizado no estado do Pará para avaliar a demanda por áreas florestais para produção manejada, avaliar o potencial de oferta e identificar novas áreas considera a região de Altamira como promissora para a atividade (VERÍSSIMO et al., 2006). Nesse estudo, o estado foi dividido em seis zonas: Central, Estuarina, Leste, Norte, Oeste e Sul. A Zona Central, com 153.000 km<sup>2</sup>, cujo pólo principal é Altamira, foi responsável por 6% da produção madeireira em 2004, correspondente ao consumo de 700.000 m<sup>3</sup> em tora (Figura 3.7).

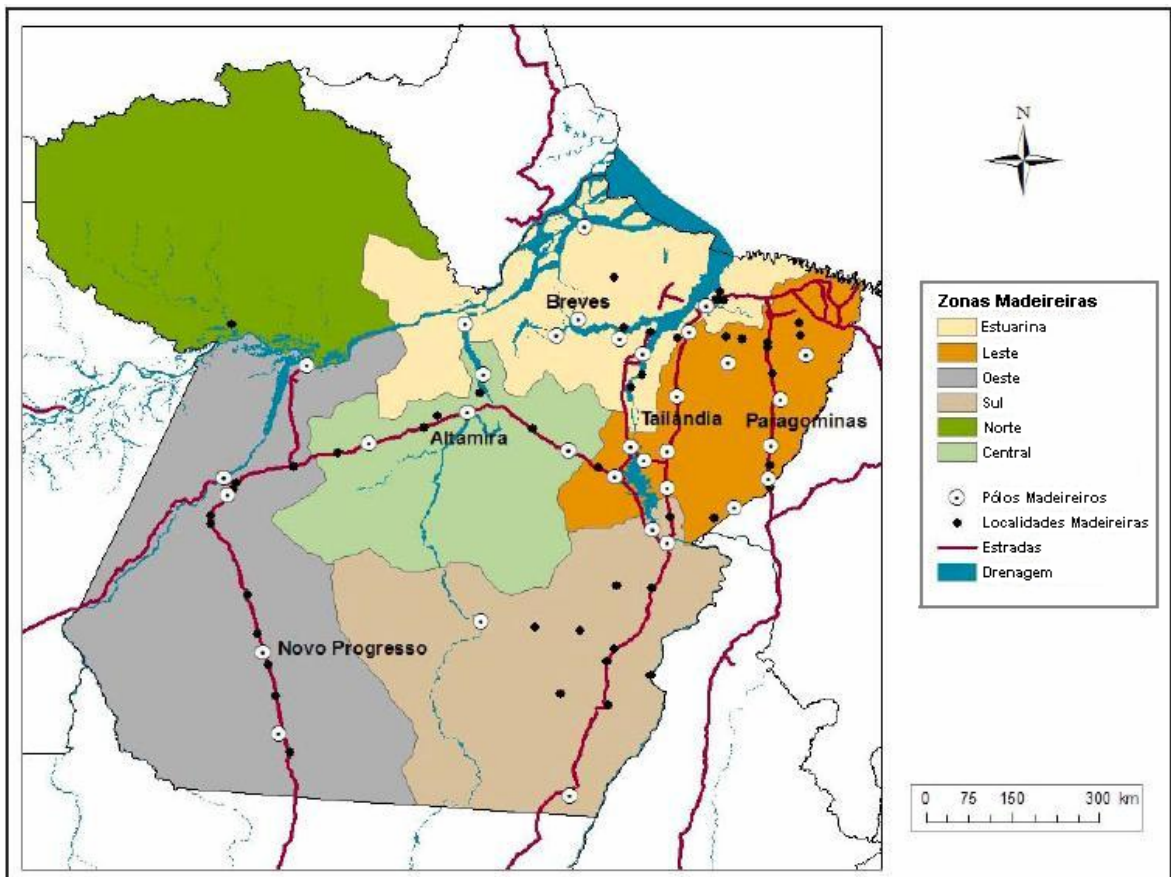


Figura 3.7 - Zonas madeireiras do estado do Pará.

A demanda por área (km<sup>2</sup>) para produção madeireira é diferente para três cenários considerados pelo estudo:

Cenário 1. Manutenção do consumo atual de madeira em tora – 10.500 km<sup>2</sup>;

Cenário 2. Aumento significativo no consumo de tora em função do crescimento (1% ao ano) na demanda por madeira processada durante um ciclo de 30 anos – 14.152 km<sup>2</sup>;

Cenário 3. Aumento razoável no consumo de tora, considerando-se maior demanda por madeira processada (1% ao ano) parcialmente compensada por uma melhoria (5%) no rendimento industrial – 12.561 km<sup>2</sup>.

O estudo indica que qualquer cenário poderia ser atendido, considerando a disponibilidade potencial de aproximadamente 23.000 km<sup>2</sup> para produção madeireira na Zona Central.

### **3.4. EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS NA AMAZÔNIA**

O impacto ambiental causado pelas hidrelétricas é um dos elementos potenciais que afetam a floresta (MÜLLER, 1995). Esses empreendimentos não são numerosos, estando, no entanto, planejadas novas construções, a depender de futuras decisões governamentais, principalmente dos setores energético e ambiental (ZERBINI, 1992; ZHOURI e OLIVEIRA, 2007).

A capacidade instalada de energia hidrelétrica no Brasil, em 1970, era de 10.480 Megawatts (MW); em 1980, de 30.189 MW; em 1990, de 49.603 MW; e em 1992, era de 51.840 (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS - ELETROBRÁS, 1994). O potencial hidrelétrico brasileiro, em julho de 2008, totalizava 246.695 MW. Desse total, aproximadamente 50% encontram-se na Amazônia Legal, sendo que somente cerca de 5% são aproveitados. O Pará é o estado com o maior potencial hidrelétrico, 50.316 MW, que correspondem a aproximadamente 20% do potencial brasileiro (ELETROBRÁS, 2008).

Na Região Norte, os dois mais antigos aproveitamentos são os de Coaracy Nunes (estado do Amapá), operando desde 1975, com área inundada de 23,3 km<sup>2</sup> e potência instalada de 44 MW, e de Curuá-Una (estado do Pará), concluído em 1977, gerando 30 MW com área de inundação de 37 km<sup>2</sup> (PAIVA, 1982). Atualmente, Coaracy Nunes apresenta potência instalada de 78 MW.

Em 1984, entrou em operação no sul do estado do Pará a Usina Hidrelétrica (UHE) Tucuruí, primeiro grande aproveitamento energético da Amazônia brasileira. A área inundada corresponde a 2.430 km<sup>2</sup>, com potência instalada de 4.245 MW. Cinco anos mais tarde, entrou em operação no estado do Amazonas a UHE Balbina, com área inundada de 2.360 km<sup>2</sup>, totalizando uma potência instalada de 250 MW em meados de 1990. Em julho de 1989, entrou em operação no estado de Rondônia a UHE Samuel, com área inundada de 560 km<sup>2</sup> e potência instalada de 219 MW (ELETRONORTE, 2008).

Em junho de 1998, foram retomadas as obras de ampliação da capacidade de geração da UHE Tucuruí. A conclusão da ampliação de Tucuruí para um total de 23 unidades geradoras, em abril de 2007, disponibilizou 8.370 MW para o sistema elétrico brasileiro. Somando as hidrelétricas Tucuruí, Balbina, Samuel e Coaracy Nunes e os parques

termelétricos de Manaus, Porto Velho, Rio Branco, Macapá e Boa Vista, a Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte) possui 9.787 MW de potência instalada (ELETRONORTE, 2008).

A implantação de empreendimento elétrico na região, incluindo linhas de transmissão e obras de infra-estrutura, não é uma ação neutra em termos de sua inserção regional (GARCIA, 2005). Pelo contrário, as evidências disponíveis demonstram conflitos latentes e emergentes entre os objetivos setoriais/nacionais e os regionais. No caso, o conflito se estabelece entre o benefício do suprimento de energia elétrica a ser apropriado, em grande parte, não apenas pela própria região, mas também pelos grandes centros consumidores do Centro-Sul do país, e os custos sociais, econômicos e ambientais, circunscritos à região onde estará localizado o empreendimento (ÁGUA, 2005).

Um empreendimento em estudo desde janeiro de 1980, quando foi concluído o Relatório Final dos Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, cujos trabalhos haviam sido iniciados em 1975, é o Complexo Hidrelétrico Belo Monte, no estado do Pará. O empreendimento terá capacidade de geração instalada de 11.182 MW, com formação de reservatório com 440 km<sup>2</sup>. Em dezembro de 2000, as Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) e a Eletronorte celebraram Acordo de Cooperação Técnica objetivando a realização de estudos adicionais, que se encontram em finalização (ELETRONORTE, 2008; ELETRONORTE, [19--]).

REID e SOUZA JR. (2005) realizaram levantamento sobre alguns projetos de infra-estrutura, em nível federal, com recursos financeiros orçados para o período de 2004 a 2007. Consideram que, diferentemente de outros países, o Brasil apresenta oportunidade de determinar um modelo global de combinação de conservação e desenvolvimento.

Em julho de 2005 o Congresso Nacional promulgou Decreto Legislativo autorizando a Poder Executivo a implantar o Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, após a realização de estudos de viabilidade (BRASIL, 2005b).



### **3.4.1. Caracterização da Vegetação na Área do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte**

Com a realização de reconhecimento aéreo e Avaliação Ecológica Rápida (AER) da área do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, foram identificadas seis tipologias vegetacionais primárias e duas secundárias, descritas abaixo (VIEIRA et al., 2001):

- Floresta ombrófila densa, latifoliada, relevo acidentado, com dossel emergente;
- Floresta ombrófila aberta com palmeira, latifoliada, relevo acidentado;
- Floresta ombrófila aberta com cipó e palmeira, latifoliada, relevo acidentado;
- Floresta ombrófila aluvial com dossel contínuo, periodicamente inundada;
- Vegetação pioneira arbustiva-herbácea, periodicamente inundada;
- Vegetação aluvial arbustiva sobre afloramento rochoso (lajeiro);
- Capoeira jovem (Capoeira), vegetação secundária com menos de 10 anos;
- Capoeira velha (Capoeirão), vegetação secundária com mais de 10 anos.

O resgate de informações secundárias foi feito nas cartas do RADAMBRASIL, escala 1:250.000, que contempla parte da área de estudo do empreendimento hidrelétrico Belo Monte, mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite (RADAMBRASIL, 1974).

As florestas conhecidas regionalmente como de terra firme constituem a formação mais representativa da Região Amazônica, totalizando cerca de 3,5 milhões de km<sup>2</sup> (PIRES, 1973).

A classificação dos tipos vegetacionais foi adaptada da terminologia adotada pelo IBGE, em 1993, proposta por VELOSO et al. (1991).

Nessas tipologias florestais que compõem a fitofisionomia majoritária de toda a região estudada, foram implantadas, no período de 2000 a 2001, por pesquisadores da Universidade Federal do Pará / Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa (UFPA/FADESP) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), parcelas para amostragem da vegetação nos municípios de Altamira, Anapu, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio (VIEIRA et al., 2001).

Na área de estudo estão presentes florestas ombrófilas abertas e densas sobre os altos platôs do interflúvio Xingu-Tapajós. Ao norte estão os planaltos dissecados e a oeste e sul da cena mapeada as superfícies arrasadas, residuais da Serra dos Carajás. O domínio das florestas densas compreende a parte leste, à margem direita do rio Xingu, limitada ao sul pelo rio Bacajá e inclui terrenos de relevo dissecado, residual de antigos platôs, com vales profundos, bem recortados.

Essas florestas são as mais pressionadas pela atividade madeireira, por apresentarem o maior número de espécies de madeira nobre, como o Mogno (*Swietenia macrophylla*, Meliaceae), Jatobá (*Hymenaea courbaril*, Caesalpiniaceae), Cedro (*Cedrella odorata*, Meliaceae), Maçaranduba (*Manilkara huberi*, Sapotaceae), Ipê (*Tabebuia serratifolia*, *T. impetiginosa*, Bignoniaceae), Tauari (*Couratari multiflora*, *C. guianensis*, Lecythidaceae), entre outras espécies comercialmente valiosas (MUNIZ e REYDON, 2005; VIEIRA et al., 2001).

### **3.4.2. Inventário Florestal na Área do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte**

Em campanhas de campo realizadas em 2000 e 2001 por equipe da UFPA / FADESP, para compor o Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento hidrelétrico Belo Monte, estimou-se a altura do fuste e o Diâmetro a Altura do Peito (DAP) para as árvores que apresentaram DAP  $\geq$  30 centímetros (cm). Desta forma, os resultados coletados permitiram o cálculo do volume desses indivíduos para cada fitofisionomia. Em campanha final de campo, realizada em 2001, por equipe do MPEG, estimou-se a altura do fuste e o DAP para todos os indivíduos com DAP  $\geq$  10 cm (VIEIRA et al., 2001).

A Floresta ombrófila densa foi a que apresentou o maior potencial madeireiro. O volume médio de madeira estimado para esta tipologia foi de 229,39 metros cúbicos por hectare (m<sup>3</sup>/ha), para a Floresta ombrófila aberta com cipó e palmeira de 222,27 m<sup>3</sup>/ha, para a Floresta ombrófila com palmeira de 194,07 m<sup>3</sup>/ha e para a Floresta ombrófila aluvial de 172,37 m<sup>3</sup>/ha.

A floresta explorada da tipologia Floresta ombrófila densa apresentou um volume médio de 86,89 m<sup>3</sup>/ha.

As espécies mais comuns nesse estrato são a Castanheira-do-pará (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), Melancieira (*Alexa grandiflora*, Fabaceae), Acapu (*Vouacapoua americana*, Caesalpiniaceae), Babaçu (*Attalea speciosa*, Arfecaaceae), Capoteiro (*Sterculia speciosa*, Sterculiaceae), Seringueira (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae), Taxi-preto (*Tachigali myrmecophila*, Caesalpiniaceae), Amarelão (*Apuleia molaris*, Caesalpiniaceae), Ingá-pereba (*Inga Alba*, Mimosaceae), entre outras.

O estrato emergente é composto por espécies arbóreas que atingem até 45 metros (m) de altura. No geral, são espécies de árvores raras, com densidades abaixo de uma árvore por ha. Entre as espécies emergentes pode-se citar a Castanheira-do-pará (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), Angelim-pedra (*Hymenologium petraeum*, Fabaceae), Cumaru (*Dipteryx odorata*, Fabaceae), Faveira (*Parkia oppositifolia*, Mimosaceae), Melancieira (*Alexa grandiflora*, Fabaceae) e Tauari (*Couratari minutiflora*, Lecythidaceae).

Em termos de área física sob influência direta do empreendimento hidrelétrico, a Floresta ombrófila aberta com palmeira é a de maior potencial madeireiro, com aproximadamente 36% da área total de influência direta.

As espécies arbóreas mais abundantes, dominantes e freqüentes, associadas às florestas de palmeiras, na área de estudo são: Acapu (*Vouacapoua americana*, Caesalpiniaceae), Melancieira (*Alexa grandiflora*, Fabaceae) Mão-de-gato (*Helicostylis tomentosa*, Moraceae), Castanheira-do-pará (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), Cariperana (*Licania egleri*, Chrysoalanaceae), Abiurana (*Pouteria lasiocarpa*, Sapotaceae), Envira-preta (*Guatteria poeppigiana*, Annonaceae), Ingá-pereba (*Inga alba*, Mimosaceae), Aroeira (*Astronium lecointei*, Anacardiaceae), Paricá (*Schyzolobium amazonicum*, Caesalpiniaceae), Araracanga (*Aspidosperma araracanga*, Apocynaceae), dentre outras.

### **3.5. PRODUÇÃO MADEIREIRA DA FLORESTA AMAZÔNICA**

A produção mundial de madeiras tropicais em toras totalizou 125,4 milhões de m<sup>3</sup> em 2006. Desse total, o Brasil participou com aproximadamente 23,8 milhões de m<sup>3</sup>, cerca de 19% (INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION - ITTO, 2008).

SMERALDI e VERÍSSIMO (1999) apresentam um volume de produção de madeira em

tora da Amazônia, em 1997, de aproximadamente 28 milhões de m<sup>3</sup>. Destes, mais de três quartos são extraídos nos estados do Pará e Mato Grosso.

Trabalhando com informações sobre madeira serrada, a Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI, 2007) apresenta consumo de madeira de origem tropical estabilizado de 1997 até 2007, situando-se no patamar de 13 milhões de m<sup>3</sup> anuais (Figura 3.8). Analisando os volumes consumidos internamente, observou-se que representam em média 90% do volume total produzido. Esse percentual reduziu-se ao longo dos anos mais recentes, como conseqüência do aumento do consumo interno do produto.

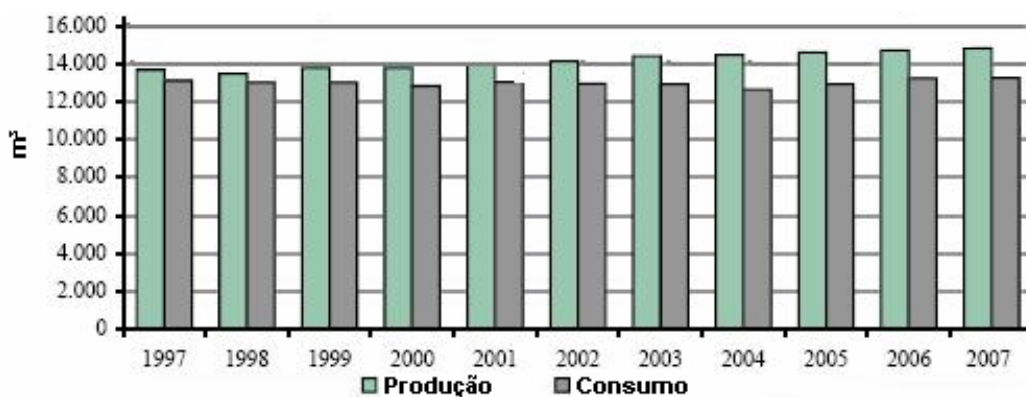


Figura 3.8 - Produção e consumo de madeira serrada tropical no Brasil.

Esses valores colocam o Brasil na liderança mundial de produção e consumo no setor, no tocante à madeira tropical serrada (ITTO, 2008).

Estudo da ABIMCI (2005) demonstra que as florestas densas são as mais utilizadas pelas indústrias de processamento mecânico. Estima que, do total de 412 milhões de hectares na floresta Amazônica, são considerados disponíveis 245 milhões de hectares. As áreas restantes são compostas por florestas de domínio público e de preservação permanente.

A dimensão da importância da atividade madeireira na Região Amazônica é evidenciada pelos seguintes indicadores: em 2004, era desenvolvida por aproximadamente 3.100 empresas, distribuídas em 82 pólos de processamento, gerando uma renda bruta anual de US\$ 2,3 bilhões e cerca de 380 mil empregos diretos e indiretos (LENTINI et al., 2005a).

Nesse contexto, a produção de madeira nativa da Região Amazônica para fins industriais é atividade de peso no conjunto da economia florestal nacional (TOMASELLI et al., 2003).

A evolução do setor pode ser notada quando se observa que, em 1978, existiam 793 serrarias na região, produzindo 4 milhões de m<sup>3</sup> de madeira serrada; oito fábricas de compensado, produzindo 205.000 m<sup>3</sup>; e nove fábricas que produziam 70.000 m<sup>3</sup> de laminados (MERCADO, 1980).

A importância do setor para o desenvolvimento do país supera os limites de contribuição para o crescimento da economia brasileira, proporcionando benefícios sociais, principalmente via geração de empregos nas áreas urbana e rural (Tabela 3.2) (ABIMCI, 2007; CARVALHO et al., 2005).

Tabela 3.2 - Principais indicadores do setor de base florestal do Brasil.

<b>Indicador</b>	<b>Setor de Base Florestal</b>	<b>Setor de Madeira Sólida</b>
PIB	US\$ 37,3 bilhões (3,5 % do PIB total brasileiro)	US\$ 12,8 bilhões (1,2% do PIB total brasileiro)
Tributos	US\$ 5,2 bilhões (1,4% do total arrecadado pelo país)	US\$ 2,2 bilhões (0,6% do total arrecadado pelo país)
PEA (empregos)	8,5 milhões (8,7% da PEA brasileira)	2,1 milhões (2,2% da PEA brasileira)
Capacidade de Geração de Empregos na Cadeia Produtiva (a cada R\$ 10 milhões investidos)	352 empregos diretos 374 empregos indiretos 565 empregos efeito-renda Total = 1.291	293 empregos diretos 219 empregos indiretos 294 empregos efeito-renda Total = 806
Consumo de Energia Elétrica	12.158 GW.h (3,5% do consumo brasileiro de energia elétrica)	3.126 GW.h (menos de 1% do consumo brasileiro de energia elétrica)
Exportação	US\$ 8,5 bilhões (6,2% da exportação total brasileira)	US\$ 3,7 bilhões (2,7% da exportação total brasileira)
Superávit Comercial	US\$ 6,8 bilhões (14,6% do superávit total brasileiro)	US\$ 3,6 bilhões (8,5% do superávit total brasileiro)
Investimentos Previstos	US\$ 18 bilhões (perspectiva até 2014)	US\$ 5 bilhões (perspectiva até 2014)

Fonte: ABIMCI, 2007.

VALVERDE (2000) desenvolveu pesquisa para analisar a contribuição do setor florestal para o desenvolvimento sócio-econômico brasileiro, mais especificamente a participação desse setor na formação dos indicadores macro e microeconômicos da economia brasileira, como a participação no PIB, geração de empregos, recolhimento de impostos, remuneração dos trabalhadores, exportações e balança comercial. Os resultados confirmaram a expectativa de que o setor pode contribuir para melhorar os indicadores sócio-econômicos brasileiros. No tocante a emprego, o autor identificou a possibilidade de o setor absorver parte da mão-de-obra dispensada pelo avanço tecnológico, principalmente a mecanização agrícola.

O Brasil é hoje o maior produtor de madeira tropical do mundo: produziu, em 2002, 69% do volume de madeira tropical da América do Sul e 22% do conjunto do continente americano, sendo a Região Amazônica responsável por 87,5% da produção brasileira (LENTINI et al., 2003).

Ocupando cerca de 25% da área da região, o estado do Pará é responsável por, aproximadamente, 45% do volume de madeira anualmente explorada na Amazônia (LENTINI et al., 2005b).

No entanto, a importância do setor florestal brasileiro tem sido ameaçada por práticas não-sustentáveis, cortes rasos e incêndios florestais. A extração de madeira na Amazônia, atualmente, é uma das atividades mais dinâmicas, mas em grande parte exercida de forma irracional, podendo assim catalisar o desmatamento e o empobrecimento social e econômico da região a médio e longo prazo (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE, 2005; GARRIDO FILHA, 2002; KITAMURA, 1996).

Por outro lado, a colheita madeireira realizada de forma adequada contribui para o desenvolvimento social e econômico, gerando emprego e renda para as populações envolvidas. Os benefícios decorrentes são o aumento da produtividade, a redução dos desperdícios e dos acidentes de trabalho, redução dos impactos negativos sobre a biodiversidade, além de assegurar a permanência da cobertura florestal e dos serviços dela advindos (RODRIGUES, E., 2004).

Entretanto, a despeito da dimensão da produção brasileira, o comércio internacional de

madeiras tropicais é dominado pelos países asiáticos. De acordo com dados da Organização Internacional de Madeiras Tropicais (ITTO), 23% das exportações de madeiras serradas tropicais, em 2006, originaram-se da Malásia (3 milhões de m<sup>3</sup>), sendo que a maior parte destinou-se a Tailândia, China, Japão e Taiwan. Por outro lado, China, Malásia, Tailândia, Países Baixos e França constituem os mais importantes importadores (ITTO, 2008).

No Brasil, o consumo interno dos nove estados da Amazônia Legal representa apenas 10% do consumo de madeira Amazônica. Os principais destinos comerciais nacionais são estados das regiões Sudeste e Sul, consumindo aproximadamente 15,5 milhões de m<sup>3</sup> anuais. Segundo SMERALDI e VERÍSSIMO (1999), Brasil, Japão, Indonésia e Malásia eram os maiores consumidores de madeira tropical em 1997.

No Brasil, o estado de São Paulo é o maior consumidor de madeira tropical. Em 2001, seu consumo foi de 6,1 milhões de m<sup>3</sup> em tora (SOBRAL et al., 2002) e, em 1977, o consumo havia sido de 5,6 milhões de m<sup>3</sup> em tora (SMERALDI e VERÍSSIMO, 1999).

Um forte componente regulador, que tem influenciado o comércio internacional de produtos florestais tropicais, são as exigências relacionadas à comprovação da origem sustentada desses produtos (TOMASELLI et al., 2003).

Vale salientar que essa ainda não é uma exigência de todo o mercado e pode ser usada indevidamente como barreira comercial por alguns países. Entretanto, a força do debate sobre o tema tem, aparentemente, impulsionado a adoção do manejo florestal como forma de manter a participação no comércio internacional e garantir uma fonte sustentável de madeira para o futuro (ANGELO, 2002a; ANGELO, 2002b).

Ainda assim, tem-se que a oferta de madeiras tropicais na Amazônia brasileira é explicada pelo preço da madeira e pela área desmatada. ANGELO et al. (2004) demonstraram que a área de floresta em sistema de manejo sustentável ainda não contribui significativamente para explicar a oferta de madeiras tropicais na Região Amazônica. A oferta de madeira na Amazônia está associada principalmente ao desmatamento e ao seu preço.

Portanto, o aproveitamento adequado dos recursos florestais é um importante componente

para o desenvolvimento social e econômico local, onde a necessidade de desenvolver uma indústria de madeira sustentável e economicamente viável conduz à avaliação da cadeia produtiva, dos mercados e à análise de novos investimentos (BECKER, 2004; BECKER, 2005; BERGER et al., 2002; CASTRO, A.M.G., 2005; CASTRO, A.W.V., 2005; SCHNEIDER et al., 2000).

### **3.5.1. Arranjo Produtivo Local**

O setor produtivo de madeira e derivados na Amazônia, em geral, enfrenta enormes dificuldades para tornar seus produtos competitivos no mercado, que está cada vez mais globalizado. Problemas como parque tecnológico defasado, seletividade de espécies florestais, mão-de-obra desqualificada e empresas em sua maioria descapitalizadas são recorrentes, e novos desafios são gerados à medida que o setor produtivo é mais exigido pelo mercado (BARBOSA et al., 2001).

Outro aspecto a ser considerado diz respeito ao baixo grau de desenvolvimento da Região Amazônica, explicado, em parte, pela falta de tecnologias adequadas à sua realidade. A região possui características que a diferenciam das demais regiões do país, principalmente com relação ao clima e aptidão para o uso da terra. Tais características impõem severas restrições à adoção de novas tecnologias ou técnicas, desenvolvidas originalmente para outras regiões (ARAUJO, 2002; BARBOSA et al., 2001).

Também, a questão da ilegalidade é uma constância no setor. Estima-se que 80% da produção de madeira na Amazônia são de fonte ilegal ou predatória. No estado do Pará, o uso predatório dos recursos florestais tem diversas causas, entre as quais se incluem políticas equivocadas, falta de incentivo ao manejo florestal, deficiente monitoramento e controle da exploração madeireira, baixo valor dos recursos madeireiros, devido à abundância dos estoques de produtos florestais, e falta de programas de crédito e extensão florestal (AMARAL, 2005).

Partindo da perspectiva de que a inovação tecnológica é elemento central no processo de crescimento e competitividade, DINIZ (2000) apresenta diretrizes para uma política tecnológica e industrial regionalizada no Brasil. O autor considera que devido ao nível de desenvolvimento econômico do país, sua dimensão territorial e populacional, o



aproveitamento das potencialidades naturais regionais é elemento relevante. Ressalta, ainda, que as iniciativas devem apresentar um enraizamento local, combinando potencialidades naturais, base econômica, experiência acumulada com a ação dos agentes locais (empresas, instituições públicas, organizações da sociedade civil).

A Amazônia hoje não é mais mero espaço para a expansão demográfica e econômica. Trata-se de uma região com estrutura produtiva e dinâmica próprias, que requer não mais uma política de ocupação, mas de consolidação do desenvolvimento demandado pelos atores regionais, com objetivo de retomada do crescimento econômico com inclusão social e conservação da natureza. BECKER (2004) propôs subsídios para formulação de uma política de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) para a Amazônia. A primeira premissa considerada em seu trabalho foi que somente uma revolução científico-tecnológica para a Amazônia poderá promover a plena utilização do seu patrimônio natural em benefício da sociedade, seja no nível regional, seja nacional, atribuindo valor econômico aos ecossistemas florestais para que possam competir com a agropecuária.

A inovação tecnológica deve ser vista como instrumento agregador de valor e facilitador do desenvolvimento econômico regional. A transferência de tecnologia para os diferentes sistemas de produção de madeira tem papel importante no desenvolvimento do setor florestal, por sua influência direta no aumento da disponibilidade de madeira com as qualidades necessárias para as diferentes indústrias de transformação que a utilizam como insumo básico para a produção industrial (CASTRO, A.W.V., 2005).

No contexto mundial, a existência de inúmeros sistemas de produção regionalmente concentrados demonstra que a dimensão local vem assumindo uma importância crescente no processo de inovação tecnológica. No caso do Brasil, em virtude de suas dimensões territoriais, da heterogeneidade espacial da economia e da existência de profundas desigualdades intra e inter regionais, torna-se cada vez mais premente a implementação de ações indutoras do desenvolvimento local (CGEE, 2001).

Aglomerações econômicas em um determinado espaço territorial têm gerado efeitos positivos para o processo de desenvolvimento econômico e social em geral. A constatação de que economias externas de aglomeração levam à competitividade das empresas e impulsionam o desenvolvimento vem-se refletindo nas políticas públicas adotadas pelo

governo federal. Nesse contexto ganharam ênfase as ações sobre Arranjos Produtivos Locais (APL) (CGEE, 2001).

A percepção atual é de que são necessárias ações orientadas para a constituição e o fortalecimento de APLs no país, visando o fortalecimento da cooperação e do aprendizado para a inovação. Esses arranjos podem ser definidos como aglomerados de agentes econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, que apresentam, real ou potencialmente, vínculos consistentes de articulação, interação, cooperação e aprendizagem (CGEE, 2001).

Nos últimos anos o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) lançou um conjunto de iniciativas visando reforçar a capacitação em CT&I das diversas regiões do país, entre as quais se destaca o Programa de Apoio à Inovação em Arranjos Produtivos Locais, cujas operações iniciais, com recursos do Fundo Setorial Verde Amarelo, foram financiadas a partir de 2001 (CGEE, 2001). Atualmente, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) coordena grupo de trabalho com o objetivo de promover a complementaridade das ações das entidades ofertantes no apoio a APLs (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC, 2005a).

### **3.5.2. Cadeia Produtiva**

O conceito de cadeia produtiva foi desenvolvido como instrumento de visão sistêmica. Parte da premissa que a produção de bens pode ser representada como um sistema, onde os diversos atores estão interconectados por fluxos de materiais, capital e informação, objetivando suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema (CASTRO, A.M.G. et al., 2002; NAKAHATI, 2002).

Embora na sua gênese o conceito tenha sido desenvolvido tendo a produção agropecuária e florestal como foco, tem-se verificado grande potencial de extrapolação para outras áreas produtivas (CASTRO, A.M.G. et al., 2002).

Para a compreensão dos arranjos de determinada atividade deve-se analisar a cadeia produtiva do setor em questão. Entende-se por cadeia produtiva o conjunto das atividades, nas diversas etapas de processamento ou montagem, que transforma matérias primas

básicas em produtos finais. Essa noção é fundamental para a conceituação de complexos industriais definidos, como conjuntos de cadeias produtivas que têm origem nas mesmas atividades ou convergem para as mesmas indústrias ou mercados (NAKAHATI, 2002). Da mesma forma, BECKER (2004) entende que múltiplas oportunidades podem permitir o desenvolvimento da Região Amazônica. Cita, entre outras, o manejo florestal e a madeira.

Estudo desenvolvido por POLZL et al. (2003), analisando a cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira no Paraná, definiu as três cadeias produtivas florestais existentes: cadeia produtiva da madeira industrial (papel, painéis de alta densidade, aglomerados, Medium Density Fibreboard (MDF) e Oriented Strand Board (OSB); cadeia produtiva da madeira para energia (lenha e carvão); e cadeia produtiva do processamento mecânico (serrados, compensados e laminados).

No Brasil, no início desta década o MDIC incluiu o enfoque de cadeias produtivas como uma das ferramentas da sua ação institucional (MDIC, 2005b).

O estudo das cadeias produtivas inclui a localização das empresas, quantificação da produção, expectativas e objetivos dos agentes dos segmentos, análise da sua estrutura de mercado, análise do contexto organizacional e institucional onde ela se insere e análise dos fluxos internos entre os segmentos em termos de custos, receitas, eficiência, limitações, oportunidades, ameaças e demandas (POLZL et al., 2003).

Uma das metodologias existentes para realizar análise dos pontos fortes, pontos fracos ou deficiências, oportunidades e ameaças é a análise conhecida como SWOT, sigla dos termos em inglês Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats (CONTI, 2006; RECH, 2006).

De acordo com ROSSI e LUCE (2002), a “análise SWOT proposta originalmente por Andrews em 1971 é a combinação da análise do ambiente (externa) e da análise interna”.

ROSSI e LUCE (2002) relataram um modelo de plano estratégico, que compreende basicamente três momentos seqüenciais: o momento filosófico, que define o negócio do interessado, caracteriza a sua ideologia e os seus valores centrais com a missão e os princípios, e adiciona a dimensão de longo prazo com a intenção estratégica; o momento analítico, que dá sustentação ao conjunto de decisões estratégicas subsequentes,

englobando o cenário de trabalho, a análise SWOT e a definição das questões estratégicas; e, finalizando, o momento das decisões e das ações, que é a etapa mais concreta e culminante do plano estratégico, pois define o conjunto de decisões e ações estratégicas do interessado.

O momento analítico inclui o planejamento de cenários; a análise SWOT, com pontos fortes e pontos fracos, com oportunidades e ameaças; e a Matriz da SWOT, que sintetiza o extenso material produzido na análise SWOT e aponta as principais questões estratégicas e as prioridades para as ações.

O planejamento de cenários representa um entendimento adotado sobre algumas variáveis externas que constituem o cenário de negócios. Nesta etapa, o interessado precisa coletar materiais, efetuar análises e promover entendimentos sobre os elementos externos que podem afetar o desenvolvimento de suas atividades. O cenário de trabalho constitui ferramenta essencial para análise adequada do ambiente (ROSSI e LUCE, 2002).

Utilizando o ambiente de uma empresa, aplicam-se os conceitos da análise SWOT da seguinte forma: ponto forte é uma característica interna ou um ativo que dá à empresa uma vantagem competitiva sobre seus concorrentes ou uma facilidade para o alcance dos objetivos (que podem incluir rentabilidade) e empresas ou unidades de negócio; ponto fraco é uma característica interna ou uma limitação em um ativo que coloca a empresa em situação de desvantagem em relação com seus concorrentes ou de dificuldade para o atingimento dos objetivos (que podem incluir rentabilidade); oportunidade é uma situação externa que dá à empresa a possibilidade de facilitar o alcance dos objetivos ou de melhorar sua posição competitiva e/ou sua rentabilidade; e ameaça é uma situação externa que coloca a empresa diante de dificuldades para o alcance dos objetivos ou de perda de mercado e/ou redução de rentabilidade. O ambiente interno pode ser controlado, pois resulta de estratégias de atuação definidas pelo interessado. Dessa forma, quando se percebe um ponto forte na análise, deve-se ressaltá-lo ainda mais; quando se percebe um ponto fraco, deve-se agir para controlá-lo ou, pelo menos, minimizar seu efeito. Já o ambiente externo está totalmente fora do controle. Isso não significa que não seja útil conhecê-lo. Apesar de não se poder controlá-lo, pode-se monitorá-lo e procurar aproveitar as oportunidades da maneira mais ágil e eficiente e evitar as ameaças quando possível (ROSSI e LUCE, 2002).

Segundo ROSSI e LUCE (2002), a Matriz da SWOT, originalmente proposta por Piercy (1992), procura sintetizar o extenso material produzido na análise SWOT e deduz as principais questões estratégicas e as prioridades para as ações.

Por meio da Matriz da SWOT, procura-se aproveitar as oportunidades, precaver-se das ameaças, capitalizar pontos fortes e corrigir pontos fracos, pela combinação adequada desses componentes. Assim, as alternativas derivadas da Matriz da SWOT podem ser: pontos fortes combinados com oportunidades, para aproveitamento das capacidades; pontos fracos combinados com oportunidades, buscando minimizar as limitações; pontos fracos combinados com ameaças, para reversão das desvantagens. Essas alternativas são denominadas questões estratégicas, ou seja temas que devem merecer especial atenção para garantir o sucesso competitivo no futuro (ROSSI e LUCE, 2002).

Se a análise SWOT for adequadamente desenvolvida e a Matriz da SWOT identificar precisamente as diferentes possibilidades de combinações entre os elementos da SWOT, tem-se um conjunto de questões estratégicas que conduzem às possíveis estratégias e ações que incluem: Projetos (ou Planos de Ação ou Planos Táticos) e Decisões (KANGAS et al., 2003).

A FAO reconheceu que a técnica de análise SWOT é um importante instrumento de avaliação a ser usado para reunir, sintetizar e analisar informações nos processos participativos de desenvolvimento florestal (FAO, 1989).

Diversos trabalhos na área florestal utilizam a técnica de análise SWOT (DAMSON, 2008; LESKINEN et al., 2006; RAUCH, 2007; SILVA, 2008; SUH e EMTAGE, 2005).

DAMSON (2008) realizou análise estratégica do setor de exportação de madeira de Gana, na África. Ao realizar análise SWOT, constatou que a força da exportação reside no desenvolvimento positivo dos indicadores macroeconômicos que se traduziu na taxa de inflação relativamente estável, de acordo com os exportadores. Isso trouxe estabilidade relativa no mercado de câmbio e de taxas de juros. Outro ponto forte na indústria, conforme o estudo de DAMSON (2008), é a mão-de-obra barata e a enorme disponibilidade de recursos humanos.

A identificação dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças do setor de base florestal brasileiro encontra-se entre os aspectos abordados em relatório da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), de 1997, que objetivava analisar a política florestal e a presença de madeireiras estrangeiras na Amazônia brasileira (SAE, 1997). Recentemente, SILVA (2008) abordou outros aspectos relativamente a pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças em estudo que trata da análise estratégica da produção madeireira sustentada na Amazônia brasileira, com foco nos planos de manejo florestal.

No âmbito de estudo de planejamento estratégico do sistema comunitário de gestão florestal na Província de Leyte, nas Filipinas, SUH e EMTAGE (2005) realizaram revisão de literatura sobre os aspectos teóricos da análise SWOT.

Em Portugal, foram estudadas duas estratégias para implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), o modelo tradicional baseado na norma ISO 14.001 e um modelo pró-ativo, baseado numa estrutura participativa, onde os colaboradores são integrados nas etapas de identificação dos problemas, sua solução e implementação destas soluções. O objetivo do trabalho foi demonstrar os resultados da análise SWOT realizada entre as duas estratégias de implementação (CARREIRAS et al., 2007).

A técnica SWOT é meio conveniente de realizar a análise de uma situação ou um diagnóstico dos fatores que influenciam determinada decisão. Na análise SWOT convencional, a magnitude dos fatores não é quantificada para determinar o efeito de cada fator sobre a proposta de plano ou estratégia. Pode-se superar este problema, utilizando o método de tomada de decisão de múltiplos critérios denominado Processo Analítico Hierárquico (AHP), que atribui prioridade relativa a cada fator através de comparação (MASOZERA et al., 2006).

O método AHP, em combinação com a técnica SWOT produz prioridades determinadas analiticamente para os fatores incluídos na análise SWOT e os torna comensuráveis (KURTTILA et al., 2000; NĂSTASE e KAJANUS, 2008).

A complexidade associada a diversos segmentos da atividade florestal levou ao desenvolvimento e aplicação de inúmeros métodos quantitativos de avaliação e análise do

setor, devido à multiplicidade de amplos critérios envolvidos no processo de tomada de decisão (DIAZ-BALTEIRO e ROMERO, 2008; HO, 2008; KANGAS e KANGAS, 2005; MENDOZA e MARTINS, 2006; STEIGUER et al., 2003; WOLFSLEHNER et al., 2005).

KANGAS e KANGAS (2005) consideram que o método AHP tem várias vantagens do ponto de vista do uso múltiplo e do planejamento participativo. Afirmam que, usando o AHP, informações objetivas, conhecimentos especializados e preferências subjetivas podem ser consideradas conjuntamente, além de incluir critérios qualitativos nas avaliações.

O AHP tem sido aplicado na área florestal e em diversos outros setores, em grande número de aplicações práticas, principalmente na economia e resolução de conflitos. Os benefícios proporcionados pelo AHP também podem ser utilizados em combinação com outras técnicas de abordagens e cálculo e de expansões com métodos estatísticos.

O método A'WOT é um interessante híbrido de apoio à decisão, que é baseado na combinação da utilização do AHP e da análise SWOT, tornando-o mais quantitativo e mais intimamente ligado à situação de planejamento a ser considerada (HO, 2008; KAJANUS et al., 2004; KANGAS et al., 2003; KURTTILA et al., 2000; SHRESTHA et al., 2004).

Analisando a produção madeireira na Amazônia brasileira, SILVA (2008) verificou a influência do manejo florestal sustentável e do desmatamento na produção total de madeira tropical em toras, utilizando a *SWOT Analysis* para determinar os pontos fortes e fracos, as oportunidades e ameaças do manejo florestal na região.

### **3.6. PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE MADEIRAS**

Considerando a alta diversidade de espécies na Amazônia, características tecnológicas possibilitam agrupar madeiras em função de suas propriedades físicas, mecânicas e tecnológicas, identificando aquelas com possibilidades de substituir as madeiras tradicionais nas diversas utilizações (ARAUJO, 2002).

O desconhecimento das espécies, suas características tecnológicas, fisiológicas e morfológicas tem-se mostrado como entrave na utilização e aproveitamento das madeiras

Amazônicas (FERREIRA et al., 2004).

Requisito fundamental para o estudo de uma espécie da floresta Amazônica, para indicar possíveis utilizações da madeira e sua introdução no mercado, é a determinação de suas propriedades tecnológicas. Deve-se ainda observar sua ocorrência, disponibilidade volumétrica, possibilidade de suprimento regular e competitividade de preço em relação às madeiras tradicionais do mercado (ARAUJO, 2002).

Para obtenção dos dados tecnológicos, há necessidade de identificação botânica para que se conheça a árvore que está sendo estudada. Este procedimento é um pressuposto para a aquisição de informações sobre uma espécie (FERREIRA et al., 2004).

O desenvolvimento de estudos tecnológicos em uma determinada espécie madeireira leva em consideração informações acerca da descrição anatômica, composição química e densidade básica. Essas informações formam os parâmetros básicos que auxiliam a interpretação das características da madeira, permitindo recomendá-la corretamente para a adequada utilização (MENDES et al., 1999).

Diversas instituições de pesquisa brasileiras promovem a introdução de espécies pouco conhecidas no mercado consumidor, por meio do desenvolvimento de pesquisa de seus aspectos tecnológicos (BARBOSA et al., 2001). Esse tipo de trabalho foi realizado para a substituição da madeira da Castanheira (SOUZA, 1989) e do Mogno (MELO et al., 1989).

Estudo da FAO acerca da comercialização de madeiras tropicais da América do Sul já indicava, há mais de três décadas, a dificuldade de conceituar e caracterizar madeiras pouco conhecidas. O estudo mostra que, ao longo do tempo, vários termos têm sido usados para caracterizar espécies madeireiras insuficientemente usadas como “espécies secundárias”, “espécies pouco conhecidas” ou “espécies pouco usadas”. Nenhum desses termos é associado a uma descrição das circunstâncias que tornam uma madeira em particular pouco usada, menos conhecida ou secundária. A consequência de aplicar-se os termos “pouco usada” ou “pouco conhecida” implica tornar as madeiras melhor conhecidas para o extrator, para o beneficiador e para o usuário. Isto significa que informações básicas precisam estar disponíveis para permitir melhor conhecimento e, por conseguinte, obter-se melhor aceitação no mercado (FAO, 1978).



BARBOSA et al. (2001) consideram que centenas de espécies madeireiras que ocorrem na região, mas que ainda são desconhecidas ou pouco conhecidas, podem apresentar propriedades similares àquelas já tradicionais e de grande aceitação para comercialização.

### **3.6.1. Caracterização Anatômica**

O estudo anatômico da madeira é de grande valor para a identificação de espécies florestais, especialmente quando os indivíduos são desprovidos de órgãos reprodutivos, possibilitando, assim, que espécimes estéreis até o nível da família ou gênero sejam identificados (Matcalf e Chalk, 1983, citados por PINHEIRO e CARMO, 1993).

BARRICHELO et al., (2005) consideram que há variação de propriedades anatômicas, físicas e químicas entre árvores de uma mesma espécie, bem como na mesma árvore, quando se realizam análises no sentido longitudinal e transversal da árvore.

Quando se trata de amostras comerciais de madeira, o exame das características anatômicas é indispensável, pois é o único meio seguro de identificação (FERREIRA, et al., 2004; Araújo e Mattos Filho, 1980, citados por PINHEIRO e CARMO, 1993). Tendo em vista o problema enfrentado pelo comércio de madeiras e pela indústria florestal na identificação correta e segura da matéria prima, Mainieri (1958), citado por PINHEIRO e CARMO (1993), desenvolveu estudos sobre as características anatômicas de diversas madeiras comerciais.

Vários anatomistas (Record, 1942, Record, 1943, Record, 1944, Hess, 1943 e Mainieri, 1958, citados por PINHEIRO e CARMO, 1993), com o objetivo de aprimorar os métodos de identificação de madeira e otimizar o tempo utilizado para tal, elaboraram e aperfeiçoaram chaves dicotômicas, com ênfase nas espécies tropicais mais comercializadas.

São ainda realizados estudos da anatomia do xilema secundário para a compreensão das relações filogenéticas interespecíficas dos distintos grupos vegetais, bem como estudos da influência de fatores ambientais na determinação do padrão morfológico das estruturas anatômicas da madeira (LUCCHI, 2004; MARCATI et al., 2001; PINHEIRO e CARMO, 1993; ROQUE, 2005; WANG e AITKEN, 2001).

Sob o aspecto da anatomia da madeira, as dimensões, a distribuição e o arranjo estrutural das células podem conferir propriedades como resistência mecânica elevada em relação à massa, boa trabalhabilidade, isolamento térmico e acústico (ISAÍAS et al., 1998; ROCHA, et al., 2004).

### **3.6.2. Propriedades Físicas e Mecânicas**

A madeira é resultante de um sistema biológico complexo, podendo apresentar variabilidade em sua composição. Sua ultra-estrutura, bem como as propriedades químicas, físicas e mecânicas variam significativamente entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e, mesmo, entre diferentes partes de uma mesma árvore. A variabilidade, geralmente encontrada dentro de uma árvore, deve-se, provavelmente, às mudanças sofridas pelas alterações durante o envelhecimento e modificações impostas pelas condições ambientais (OLIVEIRA e SILVA, 2003).

As propriedades físicas e mecânicas podem ser determinadas por meio de ensaios de laboratório, realizados em equipamentos próprios para essa finalidade, seguindo normas que especificam os métodos, procedimentos, fórmulas de cálculo, formas e dimensões de corpos de prova, entre outros. As normas mais utilizadas mundialmente são: a norte-americana ASTM (American Society for Testing and Materials); a britânica BSI (British Standard Institution); as internacionais da ISO (International Organization for Standardization); e, as da COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas). No Brasil existem as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (ARAUJO, 2002).

No que se referem às aplicações das madeiras, as propriedades físicas e mecânicas são determinantes. A associação destas propriedades a outros aspectos, como econômicos, estéticos, de durabilidade e de trabalhabilidade, confere aos interessados a possibilidade de classificar e agrupar as madeiras conforme os usos mais apropriados (ARAUJO, 2002; NASCIMENTO et al., 1997; SOTELO et al., 2001).

Entre as principais propriedades físicas da madeira estão a massa específica (massa por volume) ou densidade, a variação dimensional (contração e inchamento em função do teor

de umidade); e, entre as mecânicas, estão a resistência a esforços de compressão, flexão, tração, cisalhamento e fendilhamento (ARAUJO, 2002, FOREST PRODUCTS LABORATORY - FPL, 1999).

Existe estreita relação entre massa específica da madeira e as propriedades mecânicas, dessa forma qualquer fator que cause alteração na primeira produzirá efeitos nas últimas (HASELEIN et al., 2002).

Também, alguns autores apresentam a densidade como indicador de características anatômicas de espécies madeireiras (AGUILAR-RODRÍGUEZ et al., 2001).

A densidade é a medida da quantidade de material de parede celular por unidade de volume de madeira. É um parâmetro importante tanto para tecnólogos, quanto para geneticistas, pois afeta outras propriedades e outros usos (Chimelo, 1980, citado por PINHEIRO e CARMO, 1993).

A densidade da madeira varia dentro da mesma espécie entre limites mais ou menos próximos; é influenciada por fatores ambientais como fertilidade do solo e disponibilidade de água (Pereira, 1937, citado por PINHEIRO e CARMO, 1993), o que pode fornecer maior ou menor volume de material, conferindo maior ou menor espessura das paredes dos elementos celulares. Nas espécies folhosas, a densidade depende não só da espessura da parede celular de seus elementos axiais como também da proporção, distribuição e quantidade de vasos e dos demais componentes (Panshin e Zeeuw, 1980, citados por PINHEIRO e CARMO, 1993).

Essas características dão à madeira uma alta resistência, baixo peso e baixo consumo energético necessários para sua produção, propriedades essenciais de materiais estruturais. Quando comparadas a outros materiais tradicionais na construção, como o aço e o concreto, essas propriedades apresentam a relação resistência / densidade para a madeira de cerca de três vezes maior do que para o aço e de dez vezes maior do que para o concreto (CALIL JR. e DIAS, 1997). Em termos de energia necessária para a produção e da relação energia / resistência, a madeira apresenta grande vantagem em relação ao aço e ao concreto, mostrando ser o mais ecológico desses materiais (WINANDY, 1994).

Sendo a madeira um material higroscópico, tende a absorver ou perder água até atingir um grau de equilíbrio com o meio e sua estabilidade dimensional está diretamente ligada a essa característica. Apresenta comportamento diferente em relação às três posições espaciais: radial, tangencial e longitudinal. Segundo SIAU (1984), a contração na direção longitudinal pode ser considerada desprezível, variando de 0,1 a 0,3%. A contração na direção tangencial é usualmente o dobro da contração na direção radial, que corresponde a apenas um terço da contração volumétrica, sendo que os dois terços restantes correspondem à contração tangencial. Segundo GALVÃO e JANKOWSKY (1985), o coeficiente de anisotropia (CA) é a relação existente entre a retratibilidade tangencial (Rt) e radial (Rr) e informa quando a madeira é considerada estável. Madeiras com CA maior do que 2 são consideradas muito instáveis. Valores de CA entre 1 e 1,5 indicam madeiras de excelente qualidade, possibilitando aproveitamentos mais refinados. De maneira geral, as madeiras com baixa relação retratibilidade tangencial / retratibilidade radial e baixos valores absolutos de Rt e de Rr são as mais estáveis.

LISBOA et al. (1993) apresentaram a seleção de ensaios mecânicos realizados por diferentes instituições de pesquisa, sendo normalmente incluídos os de flexão estática, compressão paralela às fibras, compressão perpendicular às fibras, cisalhamento paralelo às fibras, dureza paralela às fibras, dureza perpendicular às fibras, tração perpendicular às fibras, tração paralela às fibras, fendilhamento e resistência ao choque.

Por meio da comparação das propriedades físicas e mecânicas de dez espécies de madeira de floresta tropical, RUELLE et al. (2007) avaliaram árvores em processo de recuperação da verticalidade para determinar a presença de madeira de tensão.

AUTRAN (2005) demonstrou, por meio da caracterização física e mecânica das madeiras, a potencialidade de aproveitamento de duas espécies tropicais pelo setor moveleiro.

### **3.6.3. Técnicas e Ensaios Tecnológicos**

#### **3.6.3.1. Colorimetria**

Tradicionalmente a caracterização tecnológica da madeira está baseada em estudos anatômicos e nas propriedades físicas e mecânicas. Existem ainda outros parâmetros não

menos importantes, tais como a cor, os constituintes químicos, a secagem, a durabilidade natural, entre outros, que completam a melhor caracterização e utilização de uma determinada espécie madeireira (GONÇALEZ et al., 2001a).

Entre as principais propriedades organolépticas, ou seja as propriedades percebidas pelos sentidos humanos, que têm importância para a identificação e classificação de madeiras, inclui-se a cor (ARAUJO, 2002).

A determinação da cor da madeira é utilizada para definir parâmetros para identificação de espécies, classificação e indicação em usos finais com maior valor econômico (CAMARGOS, 1999; GONÇALEZ et al., 2001a; JANIN, 1987; JANIN et al., 2001; KISHINO e NAKANO, 2004b; SIQUEIRA et al., 2003; ZANETTI et al., 2003).

Segundo estudo de PANSIN e ZEEUW (1970), em termos genéricos, a coloração das madeiras é oriunda da presença de extrativos (taninos, resinas e óleos) nas células e em suas paredes, depositados principalmente no cerne.

RAPPOLD e SMITH (2004), citando Forsyth e Amburgey (1991), consideram que as interações químicas na madeira relacionadas à cor ocorrem entre seus extrativos fenólicos e suas enzimas.

Os principais extrativos que alteram a cor da madeira são as quinonas, os flavonóides, as lignanas e os taninos (LEPAGE, 1986).

Características como a densidade, textura, grã e dureza são muito utilizadas na classificação e avaliação da qualidade da madeira. Mais recentemente, a cor vem sendo considerada como um índice de classificação e qualidade da madeira (AMUSANT et al., 2004; MORI et al., 2004; NISHINO et al., 2000).

CAMARGOS (1999) considera, ainda, que os planos de orientação (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial) influenciam diretamente a cor da madeira. A estrutura anatômica da madeira proporciona enorme variabilidade de cor entre várias espécies, mas também dentro da mesma espécie (OLTEAN et al., 2008).

Entretanto, a cor pode ser alterada devido ao teor de umidade da madeira, temperatura, degradações, reações fotoquímicas dos elementos químicos presentes em sua estrutura, anatomia, formas de desdobro, idade e fatores ecológicos e silviculturais (BURTIN et al., 1998; GONÇALEZ, 1993; KLUMPERS, 1994).

Estudando espécie madeireira tropical, MONTES et al. (2008) identificaram que correlações da genética com a cor da madeira indicam que, em geral, a seleção de árvores de crescimento mais rápido com árvores de madeira mais densa teria pouco efeito sobre a cor da madeira e sua uniformidade. Esses resultados, segundo os autores, são provisórios e devem ser avaliadas em estudos futuros utilizando maior quantidade de tamanhos de amostra por família.

THULASIDAS et al. (2006) encontraram diferença significativa na coloração de madeira tropical (*Tectona grandis*) proveniente de plantios florestais em áreas seca e úmida na Índia.

KISHINO e NAKANO (2004b) e KLUMPERS et al. (1993) concluíram haver correlação entre a ocorrência de extrativos e a cor em diferentes localizações na madeira. Além disso, significativas mudanças na cor da madeira podem ser atribuídas a extrativos.

A durabilidade natural da madeira está relacionada com a exposição a ambientes internos ou externos, às condições de umidade a que estará submetida, o uso que se pretende dar à peça e o acabamento protetor que será dispensado ao objeto. A exposição da madeira a ambientes externos torna-a suscetível a uma série de condições que possibilitam sua degradação natural, independente da presença de indivíduos xilófagos (IBACH, 1999).

Os principais fatores que contribuem para a degradação natural da madeira são a umidade e a luz. A peça de madeira exposta à luz solar sofre degradação fotoquímica, devido à ação dos raios ultravioleta (UV), que compromete o seu aspecto geral, tornando-a descorada ou acinzentada, amarelada ou escurecida, dependendo da influência da composição da madeira, principalmente dos extrativos (AYADI et al., 2003).

A alteração da cor da madeira exposta à luz solar ocorre devido à modificação de grupos cromóforos capazes de absorver a radiação ultravioleta nos comprimentos de onda entre 300 e 400 nanômetros (nm) (WILLIAMS, 2005).

A mudança de cor da madeira, causada pela luz, é basicamente uma reação de superfície. A penetração da luz na madeira é inferior à 75 micras, quando se trata da luz ultravioleta e de 200 micras quando se trata da luz visível (FEIST, 1990; KATAOKA et al., 2007; OLTEAN et al., 2008). Existe, entretanto, diferentes relatos sobre a profundidade da degradação e os fatores que afetam a penetração da luz ultravioleta na madeira. WILLIAMS (2005) afirma que a penetração depende da densidade da madeira e da distribuição dos comprimentos de onda da radiação ultravioleta e da luz visível. Assim, madeiras menos densas são menos penetradas por radiação ultravioleta e por comprimentos de ondas curtos.

Apesar da luz visível penetrar mais na madeira, sua energia (inferior a 70 kcal/mol) é insuficiente para romper as ligações químicas em qualquer um dos constituintes da madeira. A energia da radiação no comprimento de onda de 295 nm é de cerca de 97 Kcal/mol e no comprimento de onda de 400 nm é de cerca de 72 Kcal/mol (WILLIAMS, 2005).

Entretanto, a mudança de cor pode ser causada por reações mais profundamente derivadas da degradação. KATAOKA et al. (2007) comprovaram que a luz violeta é o componente do espectro visível que provoca a fotodegradação em madeira que se estende para além da zona afetada pela radiação ultravioleta.

A degradação da lignina por oxidação, ocasionada pela exposição à luz solar e à chuva, é a causadora da mudança da cor das madeiras (MITSUI, 2004). MITSUI e TSUCHIKAWA (2005) identificaram essa associação e constataram que as madeiras de coníferas apresentam maior variação de cor em razão de teores mais elevados de lignina.

Considerando a composição química da madeira, GEORGE et al. (2005) afirmam que a lignina é a principal estrutura da madeira que evidencia a fotodegradação. Relatam que em alguns casos, para madeiras tropicais, é possível que os extrativos desempenhem papel significativo como antioxidantes, mas que isso não foi claramente relatado.

Fatores de intempérie que interferem na qualidade das madeiras, isoladamente ou de forma combinada, são: luz, umidade, forças mecânicas e calor (FEIST, 1983).

Todos os elementos do clima influenciam-se mutuamente de forma complexa e com grande intensidade, sendo que suas conseqüências dependem das propriedades da madeira. Entretanto, pode-se afirmar que a radiação solar e a precipitação são dominantes com respeito aos mecanismos do intemperismo sobre a madeira (CREEMERS et al., 2002).

O efeito isolado da luz é menos pronunciado na superfície da madeira, visto que o intemperismo apenas relativo à água não tem quase nenhum efeito na comparação com o resultado da luz e da água combinadas (ANDERSON et al., 1991a; ANDERSON et al., 1991b). Na verdade, a fotodegradação da madeira é essencialmente um processo de oxidação fotoquímica (CHANG et al., 2000).

Os métodos artificiais de simulação de intempéries são ferramentas úteis para estudar a durabilidade dos produtos de madeira que serão expostos ao ar livre. Testes que simulam os efeitos do intemperismo natural aceleram de 5 a 20 vezes as exposições escolhidas, dependendo das condições estudadas (ARNOLD et al., 1991; CHANG e CHANG, 2001).

Usando um colorímetro, NISHINO et al. (1998) mensuraram a cor de 97 madeiras de espécies da Guiana Francesa nas superfícies radial e tangencial. Os valores do sistema de cor CIELAB foram obtidos e as relações entre os valores foram estudadas para se obter informações sobre a tendência da cor da madeira entre uma ampla variedade de espécies.

Utilizando um equipamento para simulação de intemperismo, KISHINO e NAKANO (2004a; 2004b) realizaram estudos com madeiras tropicas, analisando as alterações acarretadas, em especial as mudanças de cor.

Um método básico no qual as cores podem ser expressas de forma precisa e compreendidas é a colorimetria. Ela descreve numericamente cada elemento da composição de uma cor por meio de aparelho apropriado (MORI et al., 2005).

A colorimetria evoluiu tornando-se um fator importante na medição da qualidade da



madeira, associando cores, estado de superfície e desenho (GONÇALEZ et al., 2001a).

Os métodos destinados à medição (determinação) da cor podem ser comparativos ou quantitativos. O método comparativo tem quase sempre como base um atlas de cor: Munsell, Swedish Natural Colour System (OSA), Natural Colour System (NCS), entre outros. O sistema Munsell de cor é o mais conhecido. Este sistema determina a cor por codificação alfa-numérica numa tabela colorimétrica tridimensional, tendo como componentes o matiz, o valor (luminosidade) e o croma (saturação). A colorimetria quantitativa é uma metodologia objetiva, mais eficaz para a medição da cor da madeira (GONÇALEZ et al., 2001a).

Um dos sistemas mais utilizados para medição de cores é o sistema de fórmulas recomendadas pela Comissão Internacional de Iluminação, do francês Commission International de l'Eclairage (CIE), em 1976, conhecida como CIELAB (CIE  $L^*a^*b^*$ ), que é obtido através de coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  e  $h^*$ . Este sistema é baseado em três elementos: a luminosidade ou claridade, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade (CAMARGOS e GONÇALEZ, 2001; DEGLISE e MERLIN, 2001; GONÇALEZ et al., 2001a; MELGOSA et al., 2001).

A luminosidade define a escala cinza, entre o branco e o preto. É expressa pela variável  $L^*$  e assume valor 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total. A tonalidade é expressa pelas cores primárias vermelho, verde, amarelo e azul, sendo representada em forma de um círculo cortado por duas retas perpendiculares (horizontal e vertical) passando pelo centro. Os pigmentos vermelho, verde, amarelo e azul são definidos pelas coordenadas:  $+a^*$ ,  $-a^*$ ,  $+b^*$  e  $-b^*$ , respectivamente no sistema CIE  $L^* a^* b^*$ , de 1976. O ângulo de tinta ( $h^*$ ) é o ângulo do círculo, derivado dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , que variam de 0 a 60, para as madeiras. E a saturação ou cromaticidade ( $C$ ) é o desvio a partir do ponto correspondente ao cinza no eixo  $L^*$  (luminosidade) (Figura 3.9 e 3.10) (CAMARGOS e GONÇALEZ, 2001).

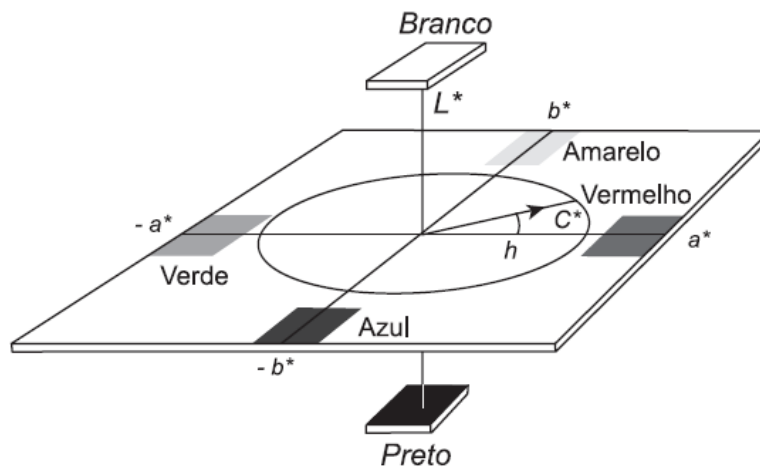


Figura 3.9 - Sistema CIELAB.

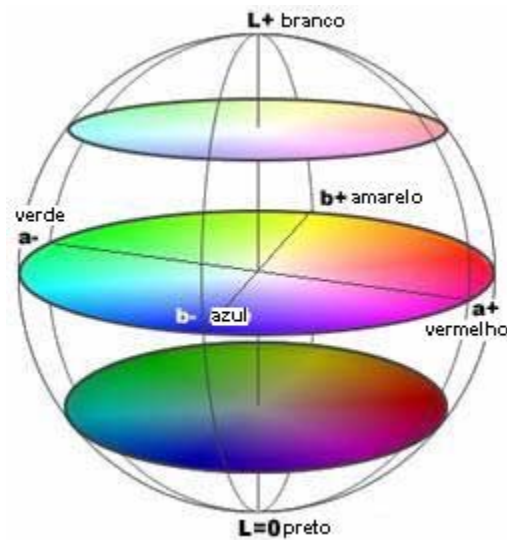


Figura 3.10 - Estrutura de cor do sistema CIELAB.

AUTRAN e GONÇALEZ (2006), citando Greenberg e Greenberg (1995), consideram que para melhor compreensão do sistema CIELAB 1976, são necessárias algumas definições sobre teoria das cores:

- **Cores Primárias:** a percepção da cor de um objeto depende de três fatores: a luz, o objeto que está sendo visto e o observador. Existem três comprimentos de onda que constituem a base para todas as cores da natureza, por isso são denominados de cores primárias da luz - o vermelho, o verde e o azul. Todas as demais cores do espectro são criadas pela combinação (adição) de diferentes intensidades desses três comprimentos, por isso, as cores primárias são também chamadas de aditivas.

- Cores Secundárias: quando as cores primárias se sobrepõem duas a duas, elas geram três cores: *cyan*, magenta e amarelo, denominadas cores secundárias. Quando todas as primárias estão presentes na mistura, tem-se a cor branca.
- Cores Complementares: cada uma das cores secundárias é formada por duas primárias e não possui a terceira cor, isso faz com que as primárias sejam complementos das secundárias. As cores complementares são as que mais diferem umas das outras, exatamente pelo fato de a secundária não possuir, em sua mistura, sua cor primária complementar. Por exemplo: o amarelo é formado pelo vermelho e pelo verde e não possui o azul, que é sua cor complementar.
- Tonalidade: corresponde ao comprimento de onda da cor dominante, isto é, da cor observada. As diferentes sensações que a cor produz no olho humano dependem de seu comprimento que, por sua vez, é determinado pela energia vibratória do elemento radiante.
- Saturação: diz respeito à pureza, isto é, ao quanto a cor é diluída pela luz branca. A pureza de uma luz colorida é a proporção entre a luz pura da cor dominante e a luz branca necessária para produzir a sensação. Por exemplo, é por meio da saturação que o rosa é diferenciado do vermelho.
- Brilho: tem relação com a noção cromática de intensidade. Quanto mais baixo o brilho, mais cinza existe na cor, pois o brilho é o intervalo compreendido entre o preto a branco.

### 3.6.3.2. Ultra-som

Critério de classificação de técnicas não-destrutivas é o comprimento de onda característico da radiação que interage com a madeira. BUCUR (2003) realizou revisão sobre as técnicas de ressonância magnética do raio X, de infravermelho, de microonda, de ultra-som e de Imageamento Magnético Nuclear (NMR).

Diferentemente do procedido com outros materiais homogêneos e isotrópicos, na madeira,

os métodos não-destrutivos são usados, em geral, para avaliar como as descontinuidades, irregularidades e vazios que ocorrem naturalmente, como característica intrínseca do material ou de sua interação com o meio, afetam suas propriedades mecânicas (NOGUEIRA e BALLARIN, 2005).

As ondas acústicas de frequência superior a 20.000 hertz (Hz) são chamadas ondas de ultra-som. O método ultra-sonoro apóia-se na análise de propagação de uma onda e sua relação com as constantes elásticas da madeira. As ondas propagam-se com velocidades que dependem da direção de propagação e das constantes elásticas do material. A tomada de tempo de propagação da onda, isto é, de sua velocidade, permite, indiretamente, estimar essas constantes elásticas (NOGUEIRA e BALLARIN, 2005).

Diferentemente de outros sólidos ortotrópicos, a propagação de ondas ultra-sônicas em madeiras constitui um fenômeno de considerável complexidade. As constantes de propagação, isto é, a velocidade e os coeficientes de absorção, são significativamente afetados não somente pela heterogeneidade da composição química, por sua microestrutura, pela irregularidade na disposição dos elementos anatômicos, inerentes à estrutura biológica da madeira, como também por sua natureza higroscópica (CARRASCO e AZEVEDO JR., 2003).

A aplicação e a medição de ondas ultra-sônicas consistem no posicionamento de dois transdutores acelerômetros sobre o material a ser avaliado. A onda ultra-sônica é introduzida no material por um dos transdutores e captada pelo outro, sendo a contagem de tempo realizada pelo próprio instrumento de ultra-som (OLIVEIRA et al., 2005b).

O aparelho utiliza técnica clássica de transmissão do sinal ultra-sonoro por contato direto entre os transdutores (receptor e transmissor) "piézo-elétricos" e o corpo de prova.

De uma forma resumida, a técnica de medição das ondas ultra-sonoras é a seguinte: o gerador gera impulsos periódicos sob forma de uma "rede de sinais", também chamada de rede em forma de "crinas". O sinal elétrico é convertido em ondas elásticas pela cerâmica "piezo-elétrica" do transmissor-emissor; as vibrações mecânicas são transmitidas pelo emissor ao corpo de prova. Assim, as ondas elásticas deslocam-se alguns milímetros em microssegundos no material que retarda o sinal emitido pelo gerador. O sinal retardado é

recuperado pelo transdutor-receptor. A medição do sinal retardado é dada pela diferença do tempo entre o sinal emitido e o recebido, servindo, assim, para determinar o tempo de propagação da impulsão no material estudado. O emissor é envolvido em folha de papel celofane para favorecer um bom contato entre ele (emissor) e o receptor. Um osciloscópio permite a leitura do tempo retardado do sinal que atravessa o corpo de prova em relação ao sinal de referência saído do gerador de impulsão. A rede de sinais em forma de "crina", utilizada para marcar o tempo, pode ser deslocada manualmente por meio de um potenciômetro de vários giros. O retardamento de propagação da onda pela passagem em um corpo de prova é a diferença ( $t - t_0$ ) dos tempos de propagação medidos com e sem o corpo de prova. O retardo entre a partida da varredura e o instante de aparição da rede de "crinas" é medido por um cronômetro eletrônico. Para as ondas longitudinais adota-se, como medida do tempo de propagação, o instante do aparecimento da rede de "crinas" (GONÇALEZ et al., 2001b).

Atualmente as técnicas ultra-sônicas não-destrutivas têm sido utilizadas para a avaliação da qualidade da madeira diretamente em árvores, no campo (BUCUR, 2005).

Dados relacionados à avaliação da madeira tropical pelo método ultra-sônico foram publicados por Bartholomeu et al. (1998) e Gonçalves et al. (1999), citados por BARTHOLOMEU et al. (2003), GONÇALEZ et al. (2001b) e OLIVEIRA et al. (2002).

O efeito da densidade na velocidade do ultra-som na madeira e as correlações entre esses parâmetros foram examinados para uma espécie de madeira macia (*P. caribea*) e para quatro espécies de madeira dura (*E. grandis*, *E. citriodora*, Cupiúba e Jatobá) (OLIVEIRA e SALES, 2006).

As constantes elásticas da madeira, empregando uma metodologia não-destrutiva, de ondas ultra-sonoras, foram estimadas por GONÇALEZ et al. (2001b), utilizando madeiras de quatro espécies: Fava-amargosa (*Vataireopsis speciosa*), Jequitibá-rosa (*Cariniana micrantha*), Peroba-d'água (*Rauwolfia paraensis*) e Peroba-mico (*Aspidosperma macrocarpum*).

Estudo da aplicação de ondas de ultra-som na madeira com a finalidade de avaliar suas propriedades mecânicas foi feito por OLIVEIRA et al. (2002). Essa avaliação baseou-se na

correlação entre a velocidade do som, o módulo de elasticidade e a densidade. A velocidade de transmissão é sensível aos fatores determinantes de qualidade do material. Além disso, essa técnica é importante instrumento industrial para melhorar os processos de controle de qualidade. As espécies usadas nesse procedimento experimental foram a *Goupia glabra* (Cupiuba) e a *Hymenaea* sp (Jatobá). Os resultados e análises do estudo levaram os autores a concluir que o método não-destrutivo de ultra-som pode ser empregado para obter avaliações confiáveis das propriedades mecânicas das dicotiledôneas.

BALLARIN e NOGUEIRA (2005) e CUNHA (2007) demonstraram as relações existentes entre os parâmetros elásticos e mecânicos da madeira (notadamente seu módulo de elasticidade) e a constante dinâmica  $C_{LL}$  (coeficiente da matriz de rigidez), obtidas a partir da velocidade de propagação da onda de ultra-som, conforme segue:

$$C_{LL} = V_{LL}^2 \rho \quad (1)$$

Onde:  $C_{LL}$  = constante dinâmica avaliada na direção longitudinal, em MPa

$V_{LL}$  = velocidade de propagação da onda na direção longitudinal, m/s

$\rho$  = densidade do material, a 12% de umidade, em kg/m<sup>3</sup>

### 3.6.3.3. Técnicas Inovadoras

Atualmente, a caracterização das propriedades da madeira é feita por meio da avaliação destrutiva de corpos de prova, o que pode resultar na variabilidade dos resultados devido a fatores como uma amostragem inadequada ou problemas na confecção do corpo de prova (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA et al., 2005a).

É possível realizar-se caracterização eficaz da madeira por meio de métodos não-destrutivos, nos quais não se faz necessária a extração de corpos de prova, uma vez que a avaliação é feita na própria peça ou estrutura (MINÁ et al., 2004).

A avaliação não-destrutiva é definida como sendo o método de identificar as propriedades físicas e mecânicas de uma peça de determinado material sem alterar suas capacidades de uso final (ROSS et al., 1998).

Diversos métodos podem ser empregados na avaliação dos parâmetros de qualidade da madeira e a avaliação não-destrutiva tornou-se, nos últimos anos, uma importante ferramenta na inferência de propriedades físicas e mecânicas da madeira devido, principalmente, ao baixo custo dos equipamentos, rapidez e praticidade dos testes (BALLARIN e NOGUEIRA, 2005).

Provavelmente, a mais importante contribuição para consolidar os testes não-destrutivos foi feita por Jayne (1959), citado por BARTHOLOMEU et al. (2003), que estabeleceu o relacionamento entre parâmetros não-destrutivos e propriedades mecânicas dos materiais.

No caso de alguns estudos de espécies florestais, em áreas de difícil acesso, tem-se como alternativa a coleta de pequenas amostras, que pode ser feita, em determinados casos, sem a necessidade de derrubada da árvore.

BADIA et al. (2005), avaliando a detecção de madeira de tensão, sumarizaram diferentes métodos encontrados na literatura, indicando o princípio básico do método, sua escala de detecção (micro e macro), algumas de suas vantagens e limitações e sua aplicabilidade, no caso de uma amostragem em larga escala.

Um novo método para medir a retratibilidade dos tecidos da madeira no plano transversal (tangencial e radial) foi proposto por PERRÉ e HUBER (2007). Esse sistema experimental envolve o uso de um microscópio óptico, com observação do corpo de prova seco e saturado (imerso em água). A fim de medir a retratibilidade no nível microscópico, sub-unidades foram separadas umas das outras com o uso de uma micro-serra de fio de diamante.

Esses dados são relevantes, primeiramente, a fim de validar a abordagem explanatória relativamente à retratibilidade de diferentes tipos de padrões de células e, em segundo lugar, para prever a retratibilidade em outra escala (PERRÉ e HUBER, 2007).

GINDL e SCHÖBERL (2004) realizaram estudo em escala nanoscópica com objetivo de identificar propriedades mecânicas de células de madeira.

Outra técnica que utiliza pequena quantidade de amostras, mas que requer aparelhagem específica é a extração acelerada de extrativos da madeira. O isolamento dos extrativos permite a caracterização da solução quanto ao comportamento fotoquímico, a capacidade antioxidante e a durabilidade biológica (DIOUF, 2003; DIOUF et al., 2006).



## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no estado do Pará, região do rio Xingu, nas proximidades da cidade de Altamira e 400 km a sudoeste da capital Belém, na região onde planeja-se a construção do Complexo Hidrelétrico Belo Monte (Figura 4.1).

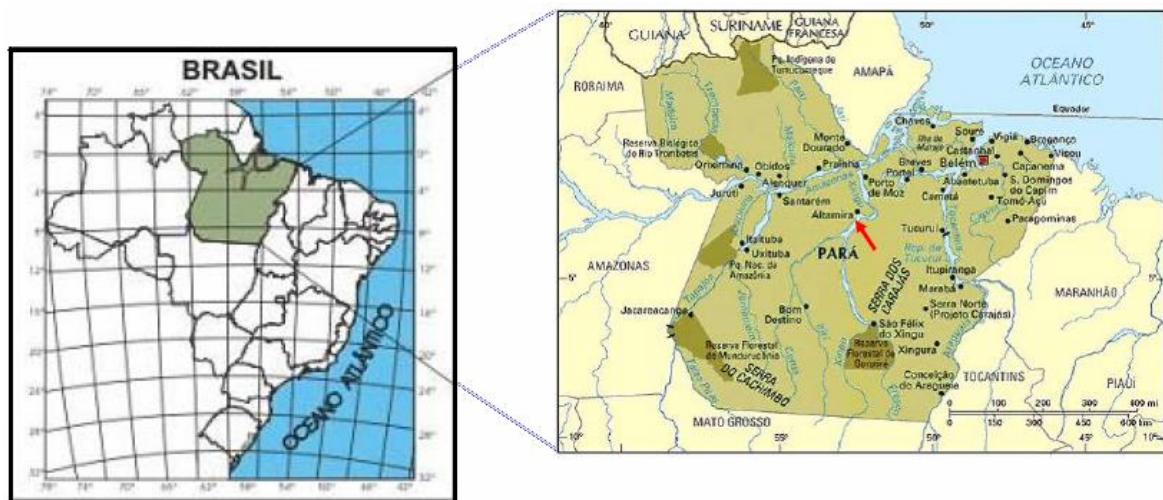


Figura 4.1 - Mapa de localização da área de estudo.

O estado do Pará é dividido em seis Mesorregiões: Baixo Amazonas, Marajó, Metropolitana de Belém, Nordeste Paraense, Sudoeste Paraense e Sudeste Paraense. A área de influência direta do empreendimento em questão abrange cinco municípios: Vitória do Xingu, Altamira, Anapu, Brasil Novo e Senador José Porfírio. Esses cinco municípios fazem parte da Mesorregião Sudoeste Paraense (Figura 4.2).

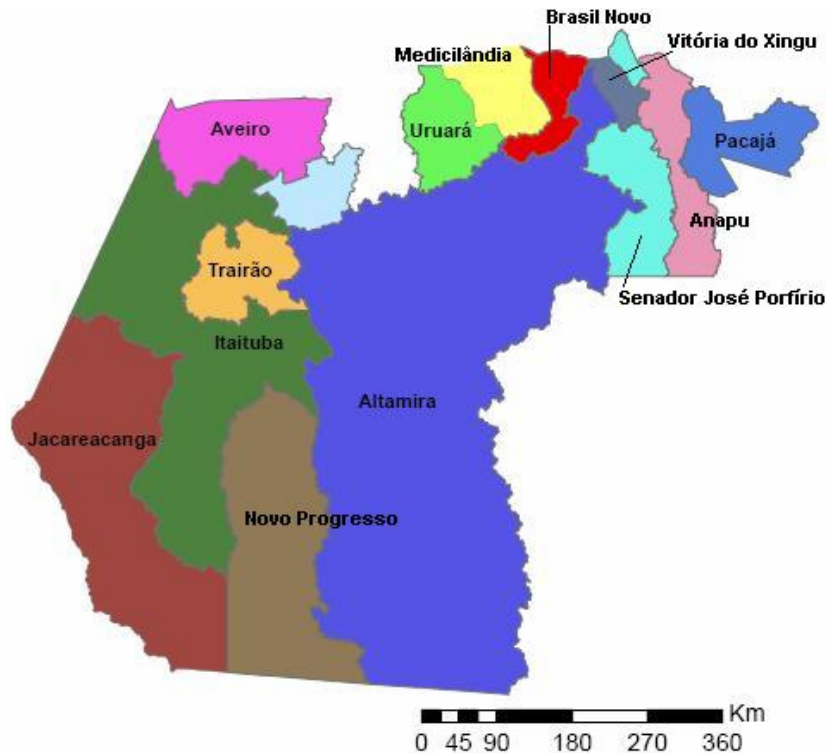


Figura 4.2 - Mesorregião Sudoeste Paraense.

#### 4.2. CADEIA PRODUTIVA

Realizou-se levantamento preliminar dos empreendimentos madeireiros existentes no município de Altamira (PA), a partir de consulta ao sindicato dos madeireiros e entrevistas com industriais, técnicos e dirigentes das organizações estaduais e municipais, assim como ONGs, projetos em andamento na região, comércio local, enfim, os atores atuantes no município e seus desdobramentos setoriais e locais.

Além disso, realizou-se levantamento de dados secundários da atividade florestal para a região de Altamira (PA). Desenvolveu-se trabalho junto à comunidade local e a técnicos e especialistas de diversas áreas, buscando identificar os principais fatores afetos à gestão florestal no município.

A partir dos dados sobre aspectos gerenciais, sociais e econômicos, identificaram-se os empreendimentos florestais existentes na região de Altamira (PA), com a finalidade de obter informações que subsidiassem a análise estratégica da cadeia produtiva madeireira.

Aplicou-se questionário de avaliação, baseado na técnica de análise SWOT e no método

AHP, com o objetivo de se obter a opinião de especialistas sobre os pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças à gestão florestal na região de Altamira (Apêndice A).

#### **4.2.1. Amostra**

Para identificar e listar os principais pontos fortes e deficiências, oportunidades e ameaças à gestão florestal na região de Altamira, empregou-se o Método de Juízes (MALHOTRA, 1993), mediante a aplicação de entrevistas, por meio de questionários eletrônicos, a 125 especialistas que trabalham com o setor florestal, representando os segmentos governamental (26%), produtivo (empresas florestais) (23%), acadêmico (C,T&I) (25%) e o chamado terceiro setor (ONGs) (26%).

No período de maio a agosto de 2008, um total de 66 especialistas (53% do total) arbitraram notas para os pontos fortes e deficiências e para as oportunidades e ameaças, definidas em formulário próprio (Apêndice A).

Tendo em vista a necessidade de uniformizar a quantidade respostas para os quatro segmentos pesquisados, selecionaram-se dez respostas de especialistas considerados mais representativos para o setor florestal.

#### **4.2.2. Variáveis**

A identificação dos pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças da gestão florestal baseou-se em relatório da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), de 1997, que objetivava analisar a política florestal e a presença de madeireiras estrangeiras na Amazônia brasileira (SAE, 1997). Considerou-se também estudo de SILVA (2008), que abordou a análise estratégica da produção madeireira sustentada na Amazônia brasileira com foco nos planos de manejo florestal, além do conhecimento pessoal e profissional do autor sobre o tema (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Questões de pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças da gestão florestal submetidas aos especialistas.

Ambiente	Pontos Fortes (Strengths)	Deficiências (Weaknesses)
<b>I n t e r n o</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gerar emprego e renda</li> <li>2. Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado</li> <li>3. Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro</li> <li>4. Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial</li> <li>5. Acessar mercados mais seletivos</li> <li>6. Aproveitar os produtos não-madeireiros</li> <li>7. Manter a cobertura florestal</li> <li>8. Planejar de forma sustentável a atividade madeireira</li> <li>9. Promover o desenvolvimento local / regional</li> <li>10. Contribuir para diminuição do “efeito estufa”</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausência de títulos das áreas de produção</li> <li>2. Acesso itinerante e exploração predatória</li> <li>3. Sistema de controle e monitoramento ineficaz</li> <li>4. Imagem setorial negativa</li> <li>5. Ausência de cultura empreendedora</li> <li>6. Qualificação deficiente da mão-de-obra</li> <li>7. Baixa remuneração dos empregados</li> <li>8. Desenvolvimento tecnológico insuficiente</li> <li>9. Índices de desperdício elevados</li> <li>10. Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte</li> </ol>
	<b>Oportunidades (Opportunities)</b>	<b>Ameaças (Threats)</b>
<b>E x t e r n o</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilidade de recursos naturais</li> <li>2. Aumento da demanda nacional e internacional</li> <li>3. Redução dos estoques florestais internacionais</li> <li>4. Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional</li> <li>5. Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais</li> <li>6. Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)</li> <li>7. Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)</li> <li>8. Adoção de certificação florestal</li> <li>9. Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais</li> <li>10. Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental</li> <li>2. Baixo custo da ilegalidade</li> <li>3. Inexistência de crédito específico</li> <li>4. Aplicação de barreiras não-tarifárias</li> <li>5. Adoção de produtos substitutos</li> <li>6. Expansão da atividade agropecuária</li> <li>7. Risco de invasões e conflitos fundiários</li> <li>8. Desmatamentos e queimadas</li> <li>9. Atuação radical de movimentos ambientalistas</li> <li>10. Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)</li> </ol>

#### 4.2.3. Coleta de Dados

Elaborou-se questionário com 40 questões, sendo 10 para cada um dos quatro quadrantes (pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças) (Apêndice A).

Os especialistas atribuíram notas a todos os itens. A nota 10 referiu-se ao item julgado

mais importante e a nota 1 ao menos importante. As respostas em branco foram computadas como nota 1.

#### **4.2.4. Análise dos Dados**

Com vistas a uma avaliação direta, realizou-se análise de frequência simples para identificar os itens com maior pontuação e sua relação com a nota total. Desta forma, foi possível identificar as questões mais importantes.

Posteriormente, em razão da quantidade de variáveis consideradas (Apêndice B), utilizou-se técnica de análise multivariada, analisando-se a dependência das variáveis em relação às outras.

Entre os vários métodos de análise multivariada com finalidades diversas entre si, optou-se, como mais apropriado ao atingimento da precisão desejada, à facilidade da análise, à forma como os dados foram obtidos e à natureza dos objetivos a serem alcançados, pela Análise em Componentes Principais (PCA, do inglês Principal Component Analysis).

Buscando estabelecer a correspondência entre as 10 questões analisadas em cada um dos quatro quadrantes, utilizou-se como forma de investigação a Análise Fatorial em Componentes Principais (ZERBINI et al., 1995).

Essa técnica consiste em derivar um pequeno número de combinações lineares (Componentes Principais) de um conjunto de variáveis que contém grande volume de informações das variáveis originais, como tentativa de eliminar as dependências lineares entre as variáveis (colinearidade), facilitar o estudo de suas relações e reduzir a dimensão da matriz de dados para propósito descritivo (MORRISON, 1967).

A Análise em Componentes Principais não é diretamente utilizada para teste de hipóteses, por ser uma técnica exploratória que visa à avaliação eficiente da dimensão da variabilidade dos dados considerados. O desenvolvimento e a análise dos Componentes Principais e, particularmente, a importância e utilidade de determinado componente podem ser mensurados pela proporção da variância total a ele atribuído (ZERBINI et al., 1995).

A solução algébrica desta técnica é feita com base na análise da comunalidade, que indica quanto da variância da cada variável foi explicado pelo conjunto de fatores e na determinação dos autovalores. A partir destes, resulta a variância do respectivo componente e dos autovetores, que fornecem os coeficientes para obtenção da combinação linear, que são os Componentes Principais. Em função dessas condições, os valores das variáveis que explicam os dados são predominantes nas primeiras componentes, sofrendo redução gradual nas últimas (MORRISON, 1967).

O processamento dos dados deu-se pelo programa computacional SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), que estabelece correspondências entre as 40 perguntas e os 10 níveis de importância de cada uma delas. O programa gera um diagrama de correspondência da Análise A'WOT e os resultados da análise multivariada da associação das perguntas com as respostas.

Fez-se, ainda, a Análise de Cluster, buscando-se identificar o agrupamento dos valores obtidos para as 40 variáveis consideradas nas duas primeiras Componentes Principais.

### **4.3. DEFINIÇÃO DAS ESPÉCIES DE ESTUDO E AMOSTRAGEM**

Com base nas informações do inventário florestal da região (VIEIRA et al., 2001), que envolve a área de estudo, e após os primeiros levantamentos de campo, selecionaram-se três espécies pouco conhecidas e de ocorrência freqüente, com potencial para aproveitamento florestal.

A seleção de amostras foi desenvolvida de forma integrada com a etapa de levantamento de dados secundários, no final do segundo semestre de 2005 e finalizada no início do ano de 2006. As atividades de campo foram desenvolvidas no período de menor índice pluviométrico na região.

Selecionaram-se aleatoriamente, em pátios de serrarias da região de estudo, três toras de cada espécie para fornecimento de peças de madeira e posterior confecção dos corpos de prova específicos para cada teste, conforme determina a norma COPANT (COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS - COPANT, 1972d), adotada pelo Laboratório de Produtos Florestais (LPF), do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), em

Brasília (DF).

A partir de cada tora, utilizando o maquinário das serrarias da região, foram desdobradas três peças do cerne medindo 250 cm de comprimento, por 12 cm de largura, por 3,5 cm de espessura.

As peças de madeira preparadas na área de estudo foram embaladas em plásticos, para conservação da umidade, e transportadas por via aérea para Brasília (DF) (COPANT, 1972a).

Foram seccionadas, para cada espécie, peças de aproximadamente 100 cm de comprimento. Posteriormente, essas peças foram seccionadas em amostras com 40 cm de comprimento e seção transversal de 2 cm x 2 cm. Foram selecionadas, por espécie, as 60 amostras de melhor qualidade, ou seja, com ausência de defeitos, com direção homogênea das fibras e com anéis paralelos às faces da amostra.

As 60 amostras foram desdobradas em peças de 10 cm e 30 cm de comprimento, para determinação das propriedades físicas - densidade básica e retratibilidade - e para realização dos ensaios mecânicos de flexão estática e ultra-som, respectivamente.

Fez-se nova seleção dos 18 melhores conjuntos de amostras para realização dos ensaios. Os corpos de prova foram dispostos em sala de climatização, conforme norma COPANT.

#### **4.4. PROPRIEDADES ANATÔMICAS, FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS**

As propriedades anatômicas, físicas e mecânicas das amostras foram estudadas no LPF.

Compararam-se os resultados obtidos com dados secundários de madeiras de espécies Amazônicas e foram feitas análises estatísticas descritivas.

Estas comparações foram realizadas mediante o agrupamento de madeiras, com base na densidade básica e no conjunto das propriedades físicas e mecânicas de cada madeira.

#### **4.4.1. Descrição das Madeiras Seleccionadas**

Com base nas normas recomendadas por CORADIN e MUÑIZ (1991), descreveram-se as características gerais e anatômicas das madeiras.

#### **4.4.2. Trabalhabilidade**

Aplicou-se questionário (Apêndice C) para o funcionário da marcenaria da UnB que fez o desdobro das pranchas para avaliar a trabalhabilidade e fornecer orientação prática da aplicabilidade das três madeiras estudadas.

#### **4.4.3. Propriedades Físicas**

As propriedades físicas estudadas foram densidade básica e retratibilidade (tangencial, radial e volumétrica).

As normas COPANT utilizadas são comparáveis à norma ASTM D-143/52 (INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF, 1988).

##### **4.4.3.1. Densidade Básica**

Com base na norma COPANT 461 (COPANT, 1972c), determinou-se a densidade básica, utilizando-se corpos de prova na dimensão de 10 cm x 2 cm x 2 cm (comprimento x altura x largura).

A massa específica básica ou densidade básica da madeira é definida pela razão entre a massa seca ( $M_s$ ) em estufa, em grama (g), ao teor de umidade (t.u.) de 0% e o volume saturado ( $V_{sat}$ ), em centímetro cúbico ( $cm^3$ ), ao t.u. saturado, acima de 30% de umidade.

É obtida pela expressão:

$$DB = \frac{M_s}{V_{sat}} \quad (2)$$



Onde: DB = densidade básica, em g/cm<sup>3</sup>

M<sub>s</sub> = massa seca em estufa, em g, ao t.u. de 0%

V<sub>sat</sub> = volume saturado, em cm<sup>3</sup>, ao t.u. saturado

#### 4.4.3.2. Retratibilidade

Utilizando-se os mesmos corpos de prova empregados para determinação da DB, estudaram-se as retratibilidades tangencial, radial e volumétrica, segundo a norma COPANT 462 (COPANT, 1972b), baseadas na variação do teor de umidade, desde o estado de saturação das fibras (acima de 30% de umidade) até 0%, obtido em estufa a 103±2 °C (Graus Celsius).

As dimensões dos corpos de prova foram medidas com paquímetro digital e as determinações de massas foram feitas em balança de precisão igual a 0,01 g.

##### Retratibilidade Tangencial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção tangencial aos anéis de crescimento, ou na direção perpendicular aos raios, em cm, que ocorre quando o teor de umidade (t.u.) passa do saturado para 0% seco em estufa.

É expressa em percentagem e dada por:

$$Rt = \left( \frac{Lt_{sat} - Lt_{0\%}}{Lt_{sat}} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

Onde: Rt = retratibilidade tangencial em %

Lt<sub>sat</sub> = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento, em cm, ao t.u. saturado

Lt<sub>0%</sub> = dimensão da direção tangencial aos anéis de crescimento, em cm, ao t.u. de 0%

## Retratibilidade Radial

É a propriedade de retração da dimensão da madeira na direção longitudinal aos raios, ou na direção perpendicular aos anéis de crescimento, em cm, que ocorre quando o t.u. passa do saturado para 0% seco em estufa.

É expressa em percentagem e dada por:

$$Rr = \left( \frac{Lr_{sat} - Lr_{0\%}}{Lr_{sat}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

Onde: Rr = retratibilidade radial em %

$Lr_{sat}$  = dimensão da direção longitudinal aos raios, em cm, ao t.u. saturado

$Lr_{0\%}$  = dimensão da direção longitudinal aos raios, em cm, ao t.u. de 0%

## Retratibilidade Volumétrica

A retratibilidade volumétrica (Rv) é expressa em percentagem e dada por:

$$Rv = \left( \frac{V_{sat} - V_{0\%}}{V_{sat}} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

Onde: Rv = retratibilidade volumétrica em %

$V_{sat}$  = volume saturado, em cm<sup>3</sup>, ao t.u. saturado

$V_{0\%}$  = volume seca em estufa, cm<sup>3</sup>, ao t.u. de 0%

## Coefficiente de Anisotropia

O coeficiente de anisotropia (CA) é a relação existente entre a Rt e a Rr:

$$CA = \frac{Rt}{Rr} \quad (6)$$

#### 4.4.4. Propriedades Mecânicas

A norma COPANT 555 (COPANT, 1973) foi utilizada para determinação da flexão estática. Foram determinados os módulos de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE). A norma COPANT empregada é comparável à norma ASTM D-143/52 (IBDF, 1988). Utilizaram-se corpos de prova na dimensão de 30 cm x 2 cm x 2 cm (comprimento x altura x largura).

O MOR é dado por:

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (7)$$

Onde: MOR = módulo de ruptura à flexão estática, em kgf/cm<sup>2</sup>

P = carga máxima, em kgf

L = comprimento do vão, em cm

b = largura do corpo de prova, em cm

h = altura do corpo de prova, em cm

A rigidez da madeira à flexão estática é caracterizada pelo MOE e determinada pela carga aplicada no meio do vão livre (distância entre apoios) do corpo de prova, ao teor de umidade (t.u.) de 12%, submetido ao ensaio.

O MOE é calculado conforme a expressão:

$$MOE = \frac{P' L^3}{4bdh^3} \quad (8)$$

Onde: MOE = módulo de elasticidade à flexão estática, em kgf/cm<sup>2</sup>

P' = carga no limite proporcional, em kgf/cm<sup>2</sup>

d = deformação correspondente à carga no limite proporcional, em cm

## **4.5. TÉCNICAS E ENSAIOS TECNOLÓGICOS**

Considerando que o tema relativo à adaptação de técnicas e ensaios tecnológicos para produtos madeireiros já é amplamente estudado por instituições francesas (GONÇALEZ, 1993), com resultados satisfatórios, implementaram-se as pesquisas em associação com a Université Henri Poincaré, Nancy I (UHP) e com a Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF).

No Laboratoire d'Études et de Recherches sur le Matériau Bois (LERMAB), situado nas cidades de Nancy e Epinal, na França, foram desenvolvidos estudos sobre ensaios tecnológicos que, aplicados às madeiras com potencial comercial da Região Amazônica, permitirão ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro em escala comercial.

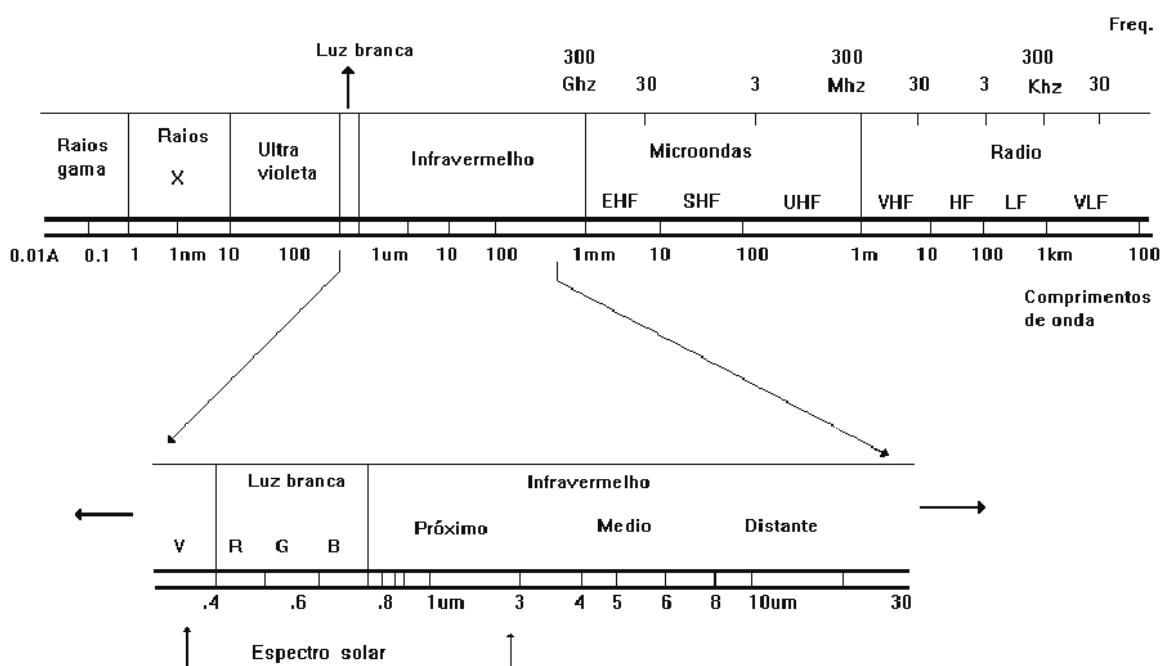
Realizaram-se estudos sobre as propriedades da madeira com relação a análises colorimétricas, técnicas a nível microscópico e mediante metodologia de simulação de exposição da madeira ao intemperismo. Foram adotadas as normas de cada laboratório de pesquisa onde os trabalhos foram desenvolvidos.

Medições de cor da madeira foram realizadas no LPF.

### **4.5.1. Análise Colorimétrica**

Para medição da cor foram utilizados, por espécie, os mesmos três corpos de prova na dimensão de 10 cm x 2 cm x 2 cm (comprimento x altura x largura), anteriormente empregados para determinação da DB. Realizaram-se medições nas faces radiais e tangenciais, das três espécies estudadas, para obtenção dos parâmetros cromáticos  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .

A medição de cor foi feita na região do espectro visível, no intervalo de 400 a 700 nm, para as faces (Figura 4.3).



Fonte: INPE, 2008.

Figura 4.3 - Espectro eletromagnético.

Foi utilizado o espectrocolorímetro Datacolor International Microflash 200D (Figura 4.4). Dentro das opções para iluminantes padrões do Datacolor, foi escolhido o iluminante D65 – luz do dia e o ângulo de observação padrão da CIE de 10°.



Figura 4.4 - Espectrocolorímetro.

Os parâmetros C e h\* foram calculados, utilizando-se os procedimentos utilizados segundo o sistema CIELAB, de 1976.

A saturação (C) foi determinada pela fórmula:

$$C = \left( a^{*2} + b^{*2} \right)^{1/2} \quad (9)$$

Onde: C = saturação

$a^*$  = coordenada cromática sobre o eixo verde-vermelho

$b^*$  = coordenada cromática sobre o eixo azul-amarelo

O ângulo de tinta ( $h^*$ ) foi determinado pela fórmula:

$$h^* = \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad (10)$$

Onde:  $h^*$  = ângulo de tinta

#### 4.5.1.1. Influência dos Extrativos

Utilizou-se, por espécie, material proveniente de três corpos de prova nas dimensões de 10 cm x 2 cm x 2 cm (comprimento x altura x largura), anteriormente empregados para determinação da cor no LPF.

Nos laboratórios da UHP, esses corpos de prova foram picados e moídos.

Aplicando-se o protocolo apresentado por DIOUF (2003), a serragem resultante foi utilizada para retirada de extrativos em sistema de alta performance - sistema de extração acelerado ASE 200. A técnica ASE (Accelerated Solvent Extraction) permite uma rápida extração com solventes habituais a temperaturas e pressões elevadas. Graças a essas condições experimentais, a extração é acelerada, com ganho de tempo por um fator de 500 em comparação ao extrator Soxhlet, e requer pouco solvente. Ao fator rapidez, agrega-se, com vantagem, a automatização do sistema de extração.

Nota-se que para realizar a retirada de extrativos de 11 espécies madeireiras Amazônicas

com o uso de metanol, SUZUKI et al. (2007) necessitaram de 48 horas (h) para finalização do processo com o emprego do Soxhlet.

O processo de funcionamento do dispositivo ASE 200, esquematizado na Figura 4.5 é realizado em cinco etapas:

Etapa 1: Carregamento da célula - a célula que contém a amostra é aquecida e o mecanismo de agulhas perfura o frasco de recuperação;

Etapa 2: Enchimento da célula - a célula é preenchida com solvente e, quando está cheia e o frasco de recuperação contém cerca de 1 ml (mililitro) de solvente, a válvula estática fecha e o fluxo é interrompido;

Etapa 3: Aquecimento estático - a célula é aquecida sob pressão por 5 minutos para assegurar que a amostra alcançou equilíbrio térmico. Durante o aquecimento, a válvula estática abre periodicamente para manter a pressão na célula;

Etapa 4: Lavagem - quando a válvula estática abre, novo solvente é bombeado através da célula (50 a 100% do volume da célula), levando o extrato para o frasco de recuperação;

Etapa 5: Depuração - O solvente restante é removido com a injeção de gás nitrogênio. O frasco de recuperação passa a conter todo o solvente e os extratos da amostra.

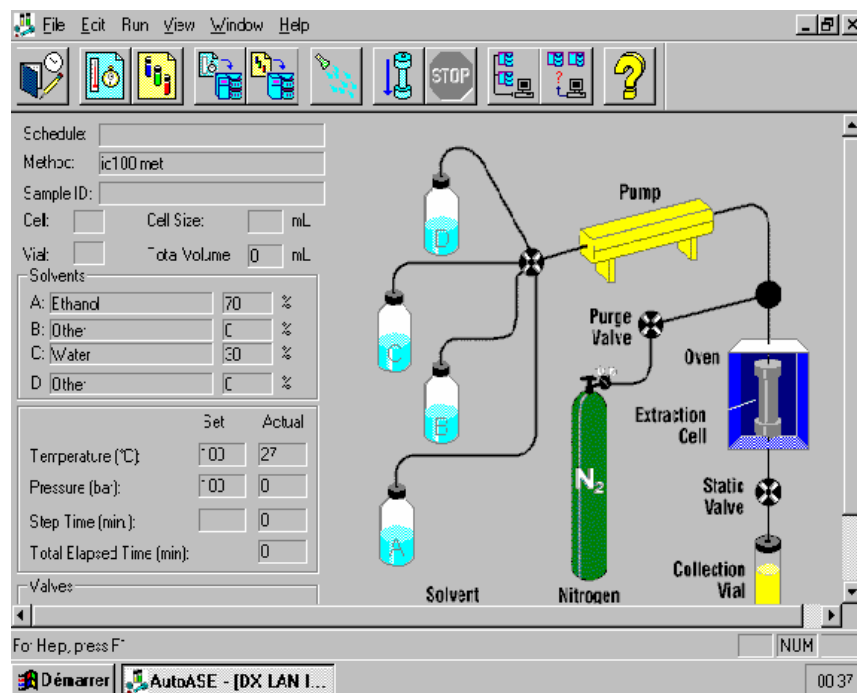


Figura 4.5 - Circuitos de fluxo do solvente e do gás no extrator ASE 200.

A Figura 4.6 ilustra os diferentes componentes do ASE 200.



Figura 4.6 - Extrator acelerado ASE 200.



O extrator é composto por:

- Uma bomba usada para direcionar o solvente para a célula;
- Um mecanismo de aquecimento da célula na temperatura programada;
- Carrossel de células que pode conter até 24 células de extração. Podem ser utilizados três tipos de células com volumes de 11, 22 e 33 ml;
- Carrossel de frascos contendo 24 frascos de recuperação e quatro frascos de lavagem;
- Quatro garrafas de solvente cujas proporções variam de 0 a 100%;
- Um cilindro de nitrogênio, um compressor e um microcomputador.

O controle do processo pode ser feito mediante programação no computador ou, diretamente, nos controles do extrator.

Depois de moídas as amostras das diferentes espécies de madeira, seus componentes químicos foram extraídos à temperatura de 100 °C e pressão de 100 bars, na mistura 70% metanol (solvente apolar) / 30% água e 100% hexano (solvente polar). O tempo de extração foi fixado em 15 minutos; o volume da célula foi de 22 ml; a massa de amostra de madeira variou entre 5 e 7 g; e, o volume de solvente variou de 11 a 13 ml, de acordo com a densidade da serragem da madeira.

Fez-se a secagem, em estufa, dos cilindros contendo a serragem da madeira, até a estabilização do seu peso, o que ocorreu em 14 horas. Obteve-se, assim, a serragem sem os extrativos para produção de pastilhas de 1,2 cm de diâmetro, por compressão, para medição da cor.

A partir dos frascos de recuperação contendo metanol, água e extrativo, procedeu-se à retirada do solvente pelo método de destilação, no Laboratório de Chimie Physique Organique et Colloïdale, Unité Mixte de Recherche CNRS - UHP. Utilizou-se de ROTAVAPOR BÜCHI R-114 e WATERBATH BÜCHI B-480 e ROTAVAPOR BÜCHI R-200 e WATERBATH BÜCHI B-490. As pesagens foram feitas na balança OHAUS ADVENTURER com capacidade máxima de 1.500 g e precisão de 0,01 g.

A seguir, realizou-se a retirada da água da mistura com os extrativos da madeira, pelo

método de liofilização. Inicialmente, foi dado um banho em nitrogênio líquido (-190 °C) no recipiente com as amostras. Utilizou-se o liofilizador CHRIST MODELO ALPHA 2-4 à 86 °C (temperatura de sublimação), sob vácuo, para retirada da água.

Procedimento semelhante foi realizado utilizando-se 100% do solvente hexano.

Realizou-se a caracterização do comportamento fotoquímico dos extrativos em solução.

Com base no protocolo apresentado por DIOUF (2003), foram determinados os teores de fenóis totais pelo método espectrofotométrico, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu.

Foram diluídos 25 mg (miligrama) de cada extrato bruto em 25 ml de água destilada. Uma parcela de 0,5 ml foi retirada e adicionada 2,5 ml de solução aquosa do reagente de Folin-Ciocalteu a 10% e 2 ml de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 7,5%. A mistura foi mantida durante 5 minutos em banho aquecido a 50°C e, após resfriamento por 10 minutos em água fria, registrou-se a absorvância a 760 nm. As leituras foram feitas no espectrômetro PERKIN-ELMER SPECTRUM UV/VIS.

A absorvância de cada solução, bem como a do ácido gálico padrão, foi determinada a 765 nm contra uma solução branca. A curva de calibração da absorvância versus a concentração do ácido gálico foi utilizada para determinar a concentração de fenóis.

Os métodos espectrofotométricos para quantificação de compostos fenólicos são baseados em diferentes princípios e são usados para quantificar fenólicos totais, determinar um composto fenólico específico ou uma classe de fenólicos.

A combinação com o reagente de Folin-Ciocalteu, que é sensível à redução pelos fenóis, acarreta em um método não específico, pois detecta todos os grupos fenólicos presentes no extrato, incluindo as proteínas extraíveis (ANGELO e JORGE, 2007; IKAWA et al., 2003).

A redução dos extrativos produz uma cor azul cuja intensidade está relacionado com a quantidade de fenol (DIOUF, 2003).

#### 4.5.1.2. Fotodegradação

Utilizaram-se, para as três espécies estudadas, quatro amostras de madeira, medindo 7,5 cm x 2 cm x 1 cm (comprimento x altura x largura), para o experimento de simulação de exposição da madeira ao intemperismo.

As amostras foram aplainadas, polidas com lixas número 80, 150 e 200, mantidas protegidas de luz ambiente e acondicionadas em plástico, para manterem estáveis as condições de recém-polimento e de umidade da superfície.

A simulação artificial do intemperismo, reproduzível e controlada, foi conduzida no equipamento SEPAP 12/24 (Figura 4.7).



Figura 4.7 - Equipamento de fotoenvelhecimento acelerado SEPAP 12/24.

Registrou-se a cor das amostras antes da exposição (testemunha = 0 hora de exposição).

As amostras foram fixadas em um carrossel e expostas, pelo período contínuo de 500 horas, a uma fonte de luz ultravioleta produzida por quatro lâmpadas de vapor de mercúrio, emitindo radiação acima de 300 nm, em uma câmara a 45 °C – 80 °C de temperatura, à umidade relativa final de 12%.

Cada ciclo de um mês de simulação do intemperismo corresponde a um ano no campo (DELOR-JESTIN et al., 2008).

O tempo da exposição foi expresso em horas de exposição à luz e as medições de cor ocorreram com 50, 270 e 500 horas.

A cada momento de medição, foram realizadas medidas de cor na superfície de cada amostra, nas faces tangencial, observando-se o eixo longitudinal.

A medição de cor foi feita na região da radiação UV, no intervalo de 300 a 400 nm (Figura 4.8).

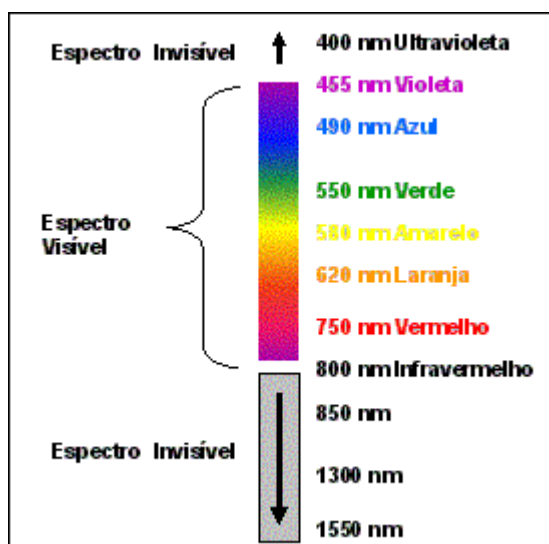


Figura 4.8 - Espectros visível e invisível.

Foram utilizados os parâmetros colorimétricos do sistema CIELAB, de 1976.

Utilizou-se o espectrocolorímetro Lange (Figura 4.9).

Após a obtenção das coordenadas colorimétricas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , procedeu-se o cálculo do  $\Delta E^*$ , metodologia mais apropriada para mensuração da alteração na cor da madeira após algum tratamento (AYADI et al., 2003; CHANG e CHANG, 2001; MITSUI e TSUCHIKAWA, 2005; PASTORE et al., 2004; SILVA et al., 2007).



Figura 4.9 - Espectrocolorímetro Lange.

As diferenças entre os parâmetros colorimétricos foram usadas para quantificar a mudança total de cor  $\Delta E^*$  por meio da expressão:

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (11)$$

Onde:  $\Delta E^*$  = variação total da coloração

$\Delta L^*$  = variação da Luminosidade ( $L^*$  da amostra tratada menos  $L^*$  da testemunha)

$\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  = variação das coordenadas cromáticas (amostra tratada menos testemunha)

Os sinais positivo e negativo resultantes da expressão significam:  $+\Delta L^*$  aumento da luminosidade;  $-\Delta L^*$  redução da luminosidade;  $+\Delta a^*$  aumento na cor vermelha;  $-\Delta a^*$  aumento na cor verde;  $+\Delta b^*$  aumento na cor amarela; e  $-\Delta b^*$  aumento na cor azul.

#### 4.5.2. Utilização de Ultra-som para Estimativa de Propriedades da Madeira

Foi testado método não-destrutivo que utiliza as ondas do ultra-som para determinar as propriedades físicas e mecânicas da madeira. O método, empregando a frequência de ressonância, velocidade do ultra-som e emissão acústica, permite avaliar a integridade estrutural e funcional de diversos produtos à base de madeira.

Foram confeccionados, para cada espécie estudada, 18 corpos de prova, medindo 10 cm x 2 cm x 2 cm (comprimento x altura x largura), com orientação longitudinal e as duas faces planas rigorosamente paralelas.

Os corpos de prova utilizados para a medição das ondas ultra-sonoras também foram usados para os ensaios de flexão estática, conforme a norma COPANT 555 (COPANT, 1973).

Para medir as diferentes velocidades de propagação das ondas ultra-sonoras ( $V_{LL}$ ), utilizou-se, para as ondas longitudinais, o equipamento Panametrics modelo EPOCH 4 (Figura 4.10 e 4.11).



Figura 4.10 - Equipamento de ultra-som Panametrics modelo EPOCH 4.

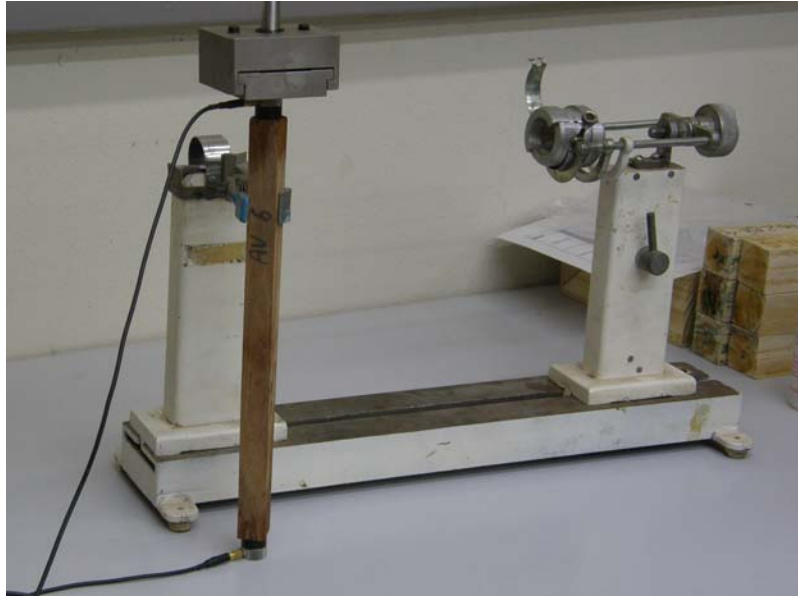


Figura 4.11 - Medida no eixo longitudinal.

Utilizaram-se transdutores de 1 megahertz (MHz) para obter, além da leitura de tempo de propagação da onda para determinar a velocidade, também leituras de amplitude do sinal para determinar o coeficiente de atenuação.

O comprimento de onda médio utilizado foi de cerca de 0,0045 m e, portanto, têm-se comprimento de percurso / comprimento de onda igual a 66. Quanto maior a relação, mais próximo se está trabalhando de um meio infinito. Assim os resultados têm erros menores de medição.

Foram realizadas três medições de velocidade em cada corpo de prova, de modo que o desvio padrão considera as três medições.

#### **4.5.3. Utilização de Microscopia para Avaliação de Propriedades da Madeira**

Foi testada metodologia para estudo da reprodutibilidade, nos laboratórios da ENGREF, com a utilização do programa computacional MeshPore (PERRÉ, 2005; PERRÉ e HUBER 2007).

Para preparação dos corpos de prova, foram utilizadas peças de 100 cm x 12 cm x 3,5 cm (comprimento x altura x largura) que ficaram imersas em água. Fez-se a retirada de uma

barra de 20 cm x 2 cm x 2 cm (comprimento x altura x largura), observando-se o alinhamento dos anéis da madeira e, a partir desta, foram retirados seis corpos de prova sequenciais de 2cm x 2cm x 2cm, para realização dos ensaios de infradensidade (ID = massa seca / volume saturado), a retratibilidade pela norma COPANT (corpos de prova números 1, 3 e 5) e a micro-retratibilidade ( $\mu R$ ) (corpos de prova números 2, 4 e 6), segundo metodologia desenvolvida por PERRÉ e HUBER (2007).

Nos ensaios de retratibilidade, as dimensões foram medidas com micrótono e as determinações de massas foram feitas em balança de precisão igual a 0,01 g.

Pequenos corpos de prova de cerca de 8 cm<sup>3</sup> foram obtidos no estado verde, serrando e dividindo ao longo da grã da madeira. A superfície transversal foi polida tão perpendicularmente quanto possível à grã da madeira, utilizando-se discos de lixas auto-adesivas (número 320, 600, 2.000 e 4.000) fixados em placas de vidro. Essas placas, facilmente permutáveis, foram montadas numa máquina rotativa horizontal de lixar. A fim de evitar a secagem da madeira verde, o polimento foi realizado com água corrente. O polimento foi realizado até que as paredes celulares pudessem ser vistas claramente com um microscópio óptico de luz polarizada refletida.

Os diferentes tecidos foram identificados dentro da região estudada. Sub-unidades de tecidos homogêneos, de cerca de 0,7 mm x 0,7 mm, dimensões tangencial / radial, foram parcialmente isoladas do bloco de madeira utilizando uma micro-serra de fio diamantado (Figura 4.12). Foram medidos tecidos nas sub-unidades. O fio da serra tem espessura de 0,3 mm de diâmetro, na qual estão impregnados diamantes de cerca de 60  $\mu m$ . O comprimento total do fio é de 10 m, enrolados em duas bobinas. Um sistema de rosca assegura que o fio mantenha-se em posição vertical enquanto se movimenta. Foi realizado um corte em carga constante (simplesmente obtido pelo efeito da gravidade), assegurando, assim, pouco stress e nenhum aquecimento. O fio foi submerso em água, provocando, assim, um filme d'água que impediu qualquer secagem da amostra. O corpo de prova foi serrado longitudinalmente em profundidade de aproximadamente 4 mm, nos sentidos transversal e radial das sub-unidades, de modo a assegurar a retração ou expansão da madeira na superfície. As sub-unidades mantiveram-se ligadas ao corpo de prova, facilitando a referência e manuseio (Figura 4.13).



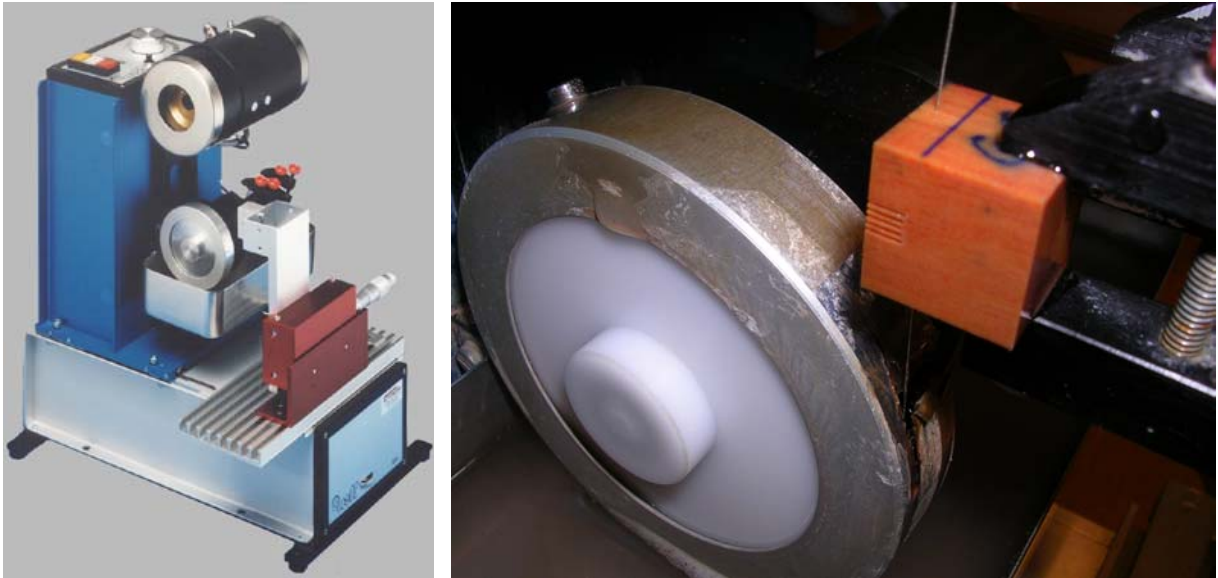


Figura 4.12 - Serra a fio de diamante, modelo vertical.

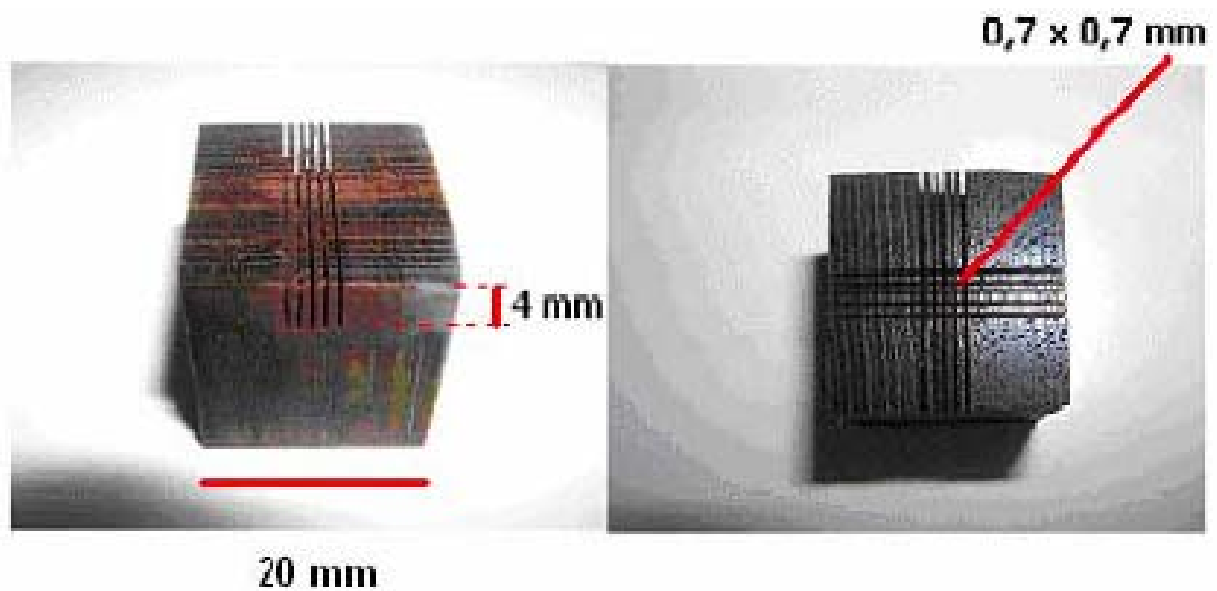


Figura 4.13 - Corpo de prova com destaque das sub-unidades.

Para obtenção das imagens fixou-se o corpo de prova em uma base com massa plástica. Esse substrato plástico permitiu colocar a superfície a ser observada em paralelo ao plano focal das objetivas, utilizando-se um sistema de alinhamento. Imagens das sub-unidades foram coletadas utilizando um microscópio óptico de luz refletida. Esse conjunto foi equipado com uma câmera digital, operada pelo *software* de sistema de imageamento Coolsnap (Figura 4.14).



Figura 4.14 - Sistema para obtenção de imagens.

Inicialmente, imagens foram coletadas de amostras saturadas, utilizando um sistema de imersão dos corpos de prova (Figura 4.15). Ampliação 10x foi escolhida, a fim de visualizar cada sub-unidade em sua totalidade. Essa primeira imagem foi tomada com a amostra completamente encharcada, evitando assim qualquer encolhimento.

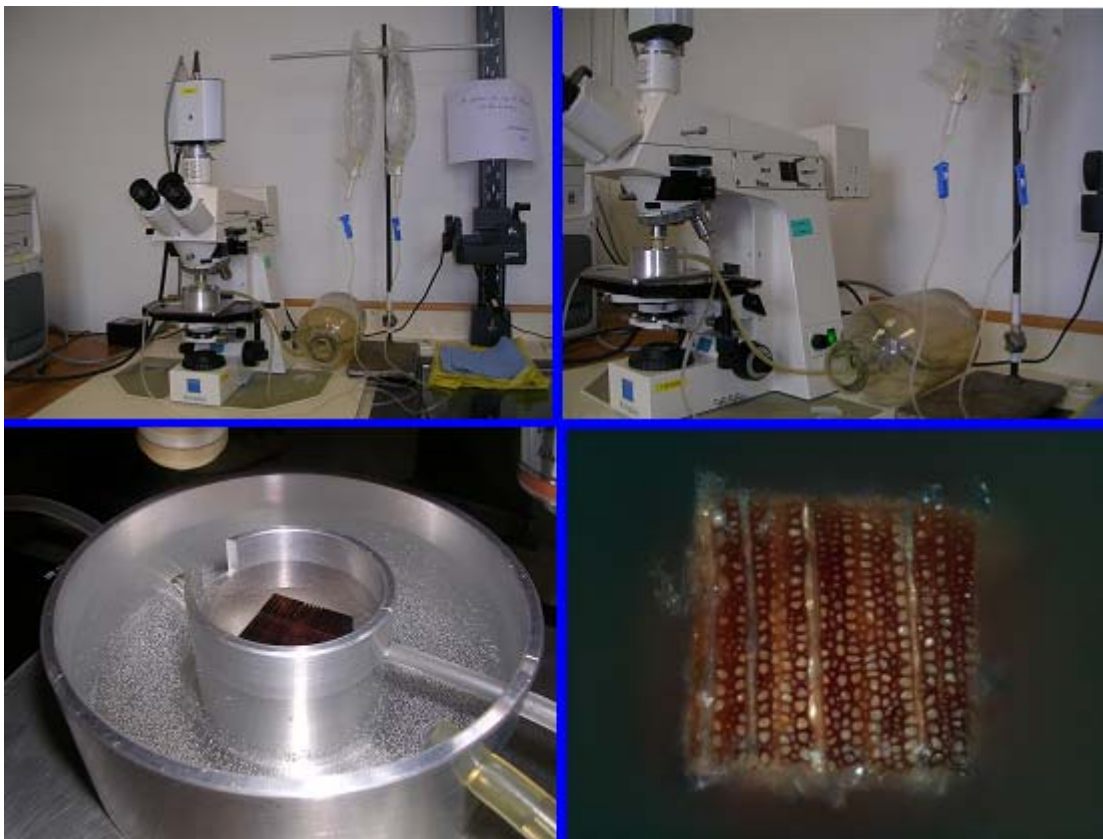


Figura 4.15 - Sistema de imageamento das sub-unidades dos corpos de prova imersos.

O corpo de prova foi retirado da água e deixado por dez dias sob condições ambientais no laboratório (aproximadamente 20 °C e 50% de umidade relativa). Após esse período, foram efetuadas pesagens para assegurar que as amostras de madeira alcançassem sua estabilidade em cerca de 11% de umidade  $\pm$  1%.

Uma segunda imagem foi obtida com a amostra seca, usando uma objetiva padrão do mesmo fabricante, com a mesma ampliação (Figura 4.16).



Figura 4.16 - Imagem de sub-unidade de amostra seca.

A determinação do encolhimento em cada sub-unidade foi obtida por comparação entre as imagens seca e saturada.

O programa de computador MeshPore, desenvolvido na ENGREF, foi usado para realizar o registro das imagens e obter os valores de retratibilidade tangencial e radial (Figura 4.17).

O *software* utiliza imagens no formato BMP, em tons de cinza com profundidade de até 8 bits, com resolução de 72 pixels/polegada.

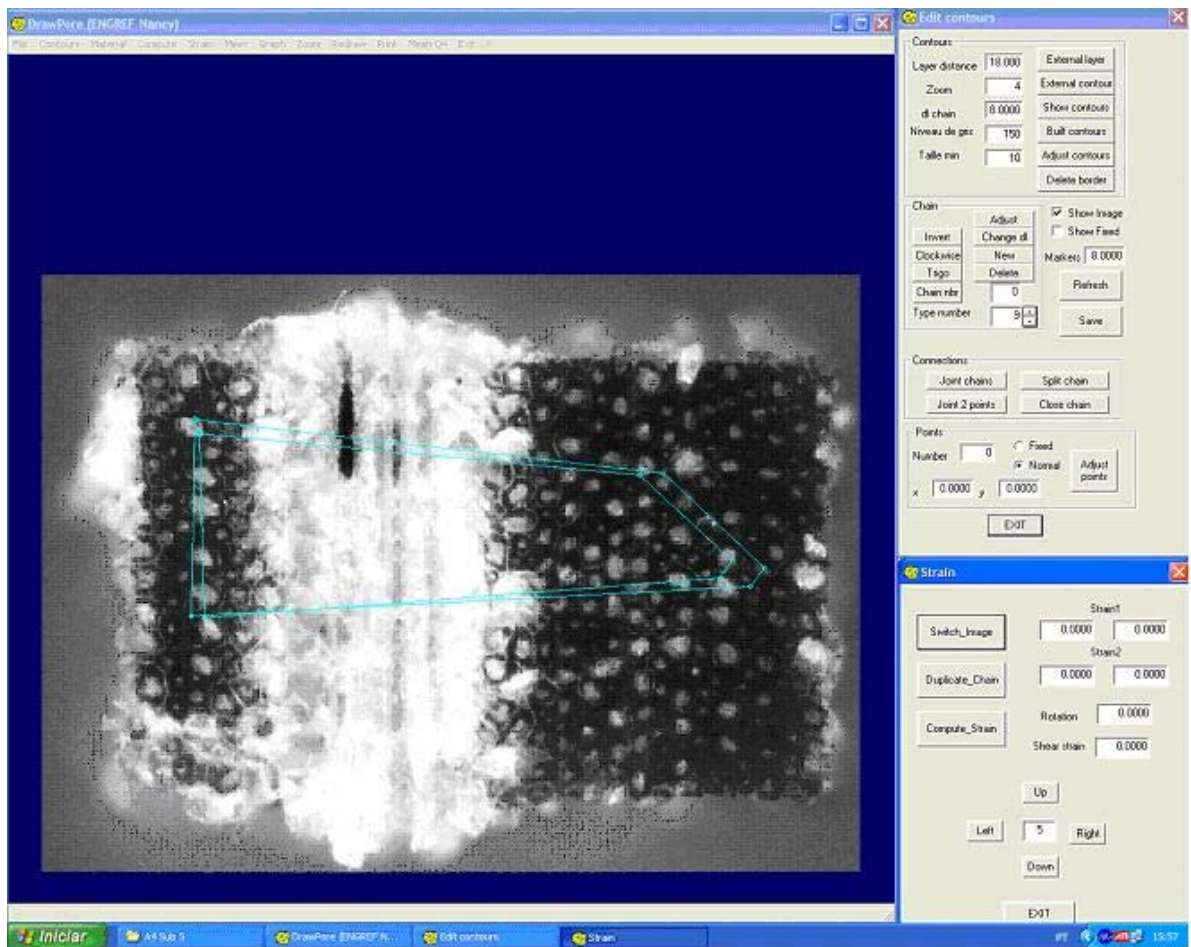


Figura 4.17 - Sistema de obtenção dos valores de reatibilidade tangencial e radial no programa MeshPore.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. ANÁLISE ESTRATÉGICA DA CADEIA PRODUTIVA

A análise estratégica da cadeia produtiva madeireira na região de Altamira, utilizando-se a análise A'WOT, permitiu avaliar seus pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças.

Pela análise, feita a partir das respostas dos entrevistados, identificaram-se as questões consideradas principais pontos fortes da gestão florestal associadas ao manejo florestal na Amazônia brasileira. Num primeiro momento considerou-se a soma de todas as notas dadas para cada questão, de forma a identificar quais os pontos fortes receberam as notas mais altas dos especialistas.

As dez questões sobre pontos fortes da gestão associadas ao manejo florestal, submetidas aos especialistas, são apresentadas na Tabela 5.1 e no Apêndice D.

Tabela 5.1 - Avaliação dos especialistas sobre os pontos fortes da gestão florestal.

<b>Variável</b>	<b>Ponto Forte</b>	<b>Pontuação Total</b>
X4	Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial	347
X8	Planejar de forma sustentável a atividade madeireira	331
X7	Manter a cobertura florestal	327
X1	Gerar emprego e renda	313
X9	Promover o desenvolvimento local / regional	309
X2	Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado	261
X3	Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro	251
X6	Aproveitar os produtos não-madeireiros	231
X5	Acessar mercados mais seletivos	229
X10	Contribuir para diminuição do “efeito estufa”	212

Os pontos fortes que mais se destacaram foram: Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial (X4); Planejar de forma sustentável a

atividade madeireira (X8); Manter a cobertura florestal (X7); Gerar emprego e renda (X1); e Promover o desenvolvimento local / regional (X9).

A literatura existente confirma estes resultados. Estudo de SILVA (2008) demonstrou que a produção de madeira em toras de planos de manejo no Brasil vem crescendo em números absolutos, embora o volume proveniente de desmatamentos, autorizados ou não, ainda predomine.

LENTINI et al. (2005b) apresentam a questão do ordenamento territorial como uma necessidade para se deter o caráter migratório da indústria madeireira. Afirmam ser essencial a definição de regiões nas quais a exploração possa ocorrer, de acordo com o Zoneamento Ecológico-Econômico.

Analisando os fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal, RODRIGUES, R.L.V. (2004) confirmou a hipótese de que variáveis subjacentes, como políticas públicas, institucionais, tecnológicas, econômicas e demográficas, e suas interações seriam as forças determinantes do desflorestamento durante a década de 90 na Amazônia.

O setor florestal brasileiro, comparado a outros setores da economia nacional, contrasta em razão da necessidade de gestão diferenciada e da grande potencialidade de promoção do desenvolvimento sustentável local e regional. Estudos demonstraram que, a cada US\$ 1 milhão investido no setor de base florestal, são gerados 160 empregos, enquanto no setor automotivo, são 85 e na construção civil, 111 (CARVALHO et al., 2005).

Outro diferencial que o setor florestal apresenta em relação aos demais setores, excetuando-se agricultura e alimentícios, é remunerar tanto os trabalhadores urbanos quanto os rurais (VALVERDE, 2000).

A variável X10 (Contribuir para diminuição do “efeito estufa”) foi a que recebeu menor pontuação total, embora avaliações do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) indiquem que as atividades de uso da terra contribuem significativamente para o aumento da concentração de gases de efeito estufa (RODRIGUES, R.L.V., 2004).

As dez questões sobre pontos fracos da gestão florestal associadas ao manejo florestal, submetidas aos especialistas, são apresentadas na Tabela 5.2 e no Apêndice E.

Tabela 5.2 - Avaliação dos especialistas sobre os pontos fracos da gestão florestal.

<b>Variável</b>	<b>Ponto Fraco</b>	<b>Pontuação Total</b>
X11	Ausência de títulos das áreas de produção	305
X12	Acesso itinerante e exploração predatória	304
X13	Sistema de controle e monitoramento ineficaz	303
X19	Índices de desperdício elevados	286
X20	Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte	283
X14	Imagem setorial negativa	269
X16	Qualificação deficiente da mão-de-obra	267
X18	Desenvolvimento tecnológico insuficiente	261
X15	Ausência de cultura empreendedora	250
X17	Baixa remuneração dos empregados	246

Os pontos fracos que mais se destacaram foram: Ausência de títulos das áreas de produção (X11); Acesso itinerante e exploração predatória (X12); e Sistema de controle e monitoramento ineficaz (X13).

Também em relação aos pontos fracos mais relevantes, a literatura é extensa e coincide com as respostas dos especialistas. RODRIGUES, R.L.V. (2004) afirma que faltam ações positivas para a Amazônia, destacando-se a ausência de uma política clara de transferência / privatização de terras devolutas, de uma política de incentivo ao aumento do nível agrotecnológico em todo o país, de aperfeiçoamento nas regras do ITR, que desestimule a especulação, a concentração e a ociosidade das terras no país como um todo. Considera, ainda, que faltam políticas mais agressivas de fortalecimento das instituições, uma vez que não haveria desflorestamento na região se as instituições cumprissem seu papel de fiscalização e controle.

A variável considerada menos significativa foi a X17 (Baixa remuneração dos empregados). Cumpre registrar, no entanto, que essa percepção não é compatível com dados de 1995 que demonstravam que, relativamente a pagamento de salários, o setor florestal era o quarto maior a contribuir com a renda salarial dos trabalhadores brasileiros (VALVERDE, 2000).

As dez questões sobre oportunidades da gestão florestal associadas ao manejo florestal submetidas aos especialistas, estão apresentadas na Tabela 5.3 e no Apêndice F.

Tabela 5.3 - Avaliação dos especialistas sobre as oportunidades da gestão florestal.

<b>Variável</b>	<b>Oportunidade</b>	<b>Pontuação Total</b>
X30	Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais	301
X29	Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais	289
X22	Aumento da demanda nacional e internacional	286
X25	Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais	283
X26	Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)	283
X21	Demanda de recursos naturais abundantes	273
X24	Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional	268
X28	Adoção de certificação florestal	266
X23	Redução dos estoques florestais internacionais	261
X27	Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	236

A Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais (X30) é a variável das oportunidades que mais se destacou.

O que se constatou, entre 1998 e 2004, foi a expansão geográfica do setor, ou seja, o número de pólos madeireiros aumentou de 72 para 82. A indústria madeireira tem migrado para as novas fronteiras madeireiras, com interesse principalmente nos estoques de matéria-prima dessas regiões. Entre essas novas fronteiras, destaca-se um extenso arco formado pela BR-163 (oeste do Pará), passando pelo extremo noroeste do Mato Grosso, até o sul do Amazonas, nas proximidades da Transamazônica, entre os municípios de Humaitá e Apuí (LENTINI et al., 2005a).



Uma possível causa dessas migrações relativamente freqüentes pode ser atribuída ao baixo nível de eficiência das práticas atuais de extração das florestas naturais da Região Amazônica. Devido à falta de planejamento e de técnicas adequadas, a produtividade é baixa e um volume significativo de madeira é deixado na floresta ou perdido nas serrarias. Esse desperdício aumenta, desnecessariamente, tanto a área requerida para produção, quanto a demanda pelo trabalho de pessoal e máquinas (POKORNY e MERRY, 2005).

A questão X29 (Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais) foi também bastante pontuada. Existe a expectativa de que o setor florestal possa contribuir para melhora dos indicadores sócio-econômicos brasileiros e, mais importante ainda, no tocante a emprego, absorvendo grande parte da mão-de-obra que vem sendo dispensada pelo avanço tecnológico, principalmente pela mecanização agrícola em áreas planas (VALVERDE, 2000).

Praticamente inexistem incentivos para que pequenos agricultores venham a sair da condição de fornecedores temporários de matéria-prima e venham a ingressar em algum processo de gestão sustentável dos recursos florestais. Estratégias de inserção no mercado exigem das comunidades rurais o estabelecimento de novas dinâmicas que implicam tanto em aspectos internos como externos. Contudo, os aspectos internos fundamentais, que irão garantir que os processos organizativos comunitários melhorem a relação com o mercado, dizem respeito à gestão coletiva dos bens de produção, bem como a gestão comercial e as relações nas comunidades que devem ser bem definidas (SOUSA e GOMES, 2005).

A menor pontuação para a variável X27 (Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)) é coerente com a baixa pontuação também encontrada para a variável X10 (Contribuir para diminuição do “efeito estufa”) dos pontos fortes, evidenciando que os especialistas consultados não consideraram relevantes as questões associadas às mudanças climáticas.

As dez questões sobre ameaças relativas à gestão florestal e associadas ao manejo florestal, submetidas aos especialistas, são apresentadas na Tabela 5.4 e no Apêndice G.

Tabela 5.4 - Avaliação dos especialistas sobre as ameaças da gestão florestal.

<b>Variável</b>	<b>Ameaça</b>	<b>Pontuação Total</b>
X31	Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental	361
X32	Baixo custo da ilegalidade	337
X38	Desmatamentos e queimadas	319
X37	Risco de invasões e conflitos fundiários	310
X36	Expansão da atividade agropecuária	275
X33	Inexistência de crédito específico	245
X39	Atuação radical de movimentos ambientalistas	238
X34	Aplicação de barreiras não-tarifárias	231
X35	Adoção de produtos substitutos	208
X40	Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)	199

As ameaças que mais se destacaram foram: Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental (X31) e Baixo custo da ilegalidade (X32).

Diversos autores consideram que o setor florestal, quando comparado a outros setores da economia brasileira, ainda é tratado de forma inadequada e injusta. Esse entendimento pode ser comprovado por meio dos muitos obstáculos enfrentados pelo setor, tais como a excessiva tributação, entraves burocráticos, taxas de juros incompatíveis, falta de recursos para investimentos, legislação equivocada, entre outras. Tal cenário dificulta o aproveitamento pleno das vantagens comparativas inerentes às atividades do setor, implicando limitação da competitividade (CARVALHO et al., 2005).

Outro problema é o custo da ilegalidade que inviabiliza o aumento da participação do manejo florestal sustentável na oferta de madeiras tropicais. É necessário, por exemplo, a adoção de medidas que promovam a diferenciação de preços entre a madeira de origem no desmatamento e a da floresta manejada (ANGELO et al., 2004).

Não foram significativamente consideradas as ameaças X40 (Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)) e X35 (Adoção de produtos substitutos).

Entretanto, deve-se observar o número crescente de espécies madeireiras incluídas nos anexos da CITES, e os respectivos impedimentos para comercialização desses produtos, bem como a efetiva oferta de produtos substitutos às madeiras. A não observância de pontos fortes e oportunidades podem, no futuro, evidenciar estas ameaças.

### **5.1.1. Análise Fatorial em Componentes Principais**

Definiu-se, a partir das componentes principais, o número de fatores a serem considerados para a análise dos dados. Utilizou-se o critério do autovalor, que representa a parcela da variância total explicada por cada fator. Na coluna 2 da Tabela 5.5, os valores próprios (autovalores) ordenam-se por tamanho. Na situação inicial, utilizando-se o método de extração das componentes principais, a soma dos valores próprios iguala o número de variáveis, que neste caso são 40. Para explicar 100% da variância dos dados, foram necessárias as 40 componentes. A proporção da variância total explicada por cada componente corresponde ao quociente entre cada valor próprio e a variância total. A variância explicada pela primeira componente foi 22,3%. Dado que existem 12 valores próprios maiores do que 1, pelo critério de Kaiser (Kaiser, 1958, citado por BOGNOLA, 2007) selecionaram-se os 12 para análise, os quais explicam 82,388% da variância total.

Avaliou-se, ainda, o emprego do método Varimax para fazer a rotação fatorial. O objetivo seria redistribuir a variância dos primeiros fatores para os últimos, com vistas a atingir um padrão fatorial mais simples e teoricamente mais significativo das cargas das variáveis (BOGNOLA, 2007; CARVALHO et al., 2007). Em razão do não atendimento do objetivo desejado, optou-se por trabalhar com a matriz não-rotacionada.

Tabela 5.5 - Matriz dos autovalores iniciais para a extração dos fatores componentes.

<b>Componente</b>	<b>Total</b>	<b>Variância Explicada (%)</b>	<b>Variância Acumulada (%)</b>
1	8,920	22,300	22,300
2	3,945	9,862	32,162
3	3,701	9,252	41,414
4	2,656	6,639	48,053
5	2,499	6,247	54,299
6	2,309	5,773	60,072
7	1,843	4,607	64,678
8	1,713	4,283	68,962
9	1,591	3,977	72,939
10	1,518	3,795	76,734
11	1,149	2,873	79,607
12	1,113	2,781	82,388
13	0,820	2,051	84,439
14	0,729	1,822	86,260
15	0,693	1,732	87,992
16	0,649	1,622	89,614
17	0,587	1,467	91,081
18	0,511	1,276	92,358
19	0,425	1,063	93,420
20	0,399	0,998	94,419
21	0,336	0,839	95,258
22	0,281	0,703	95,961
23	0,262	0,654	96,615
24	0,213	0,531	97,146
25	0,194	0,484	97,630
26	0,173	0,432	98,062
27	0,169	0,424	98,486
28	0,124	0,309	98,795
29	0,118	0,294	99,088
30	0,094	0,236	99,324
31	0,076	0,190	99,514
32	0,059	0,147	99,661
33	0,053	0,132	99,793
34	0,038	0,096	99,889
35	0,021	0,053	99,942
36	0,013	0,033	99,975
37	0,004	0,010	99,985
38	0,004	0,009	99,994
39	0,002	0,006	100,000
40	6,08 <sup>-17</sup>	1,52 <sup>-16</sup>	100,000

Encontram-se na Tabela 5.6 as cargas fatoriais das doze primeiras componentes, suas respectivas variâncias e as comunalidades das variáveis. A comunalidade das variáveis, resultante da soma das cargas fatoriais ao quadrado de cada linha, indica o quanto da variância de cada variável foi explicado pelo conjunto de fatores.

As dez variáveis que apresentaram maior peso na explicação dos 12 fatores que influenciam a gestão florestal foram: X18 (Desenvolvimento tecnológico insuficiente) dos pontos fracos; X17 (Baixa remuneração dos empregados) dos pontos fracos; X23 (Redução dos estoques florestais internacionais) das oportunidades; X6 (Aproveitar os produtos não-madeireiros) e X10 (Contribuir para diminuição do “efeito estufa”) dos pontos fortes; X37 (Risco de invasões e conflitos fundiários) das ameaças; X4 (Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial) dos pontos fortes; X20 (Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte) dos pontos fracos; X15 (Ausência de cultura empreendedora) dos pontos fracos; e X27 (Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)) das oportunidades. As 30 demais variáveis apresentaram comunalidades entre 63% e 86%. As comunalidades mais baixas demonstram que parte da variância das variáveis não foi explicada pelos fatores.

Observa-se a predominância de variáveis associadas aos pontos fracos (X18, X17, X20 e X15), seguidas de variáveis dos pontos fortes (X6, X10 e X4), depois duas variáveis das oportunidades (X23 e X27) e, por fim, uma variável das ameaças (X37). Embora as duas variáveis que mais influenciaram na explicação dos fatores fossem referentes aos pontos fracos (X18 e X17), é relevante notar a seguir o peso da variável X23 das oportunidades e na seqüência as variáveis X6 e X10 dos pontos fortes.

Tabela 5.6 - Matriz de cargas fatoriais não-rotacionadas (autovetores) das variáveis estudadas nas avaliações dos especialistas sobre as ameaças da gestão florestal.

Variável	Fator												Comunalidade
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
X1	0,308	-0,393	-0,065	0,084	0,203	-0,266	<b>0,682</b>	-0,030	0,000	-0,091	-0,071	-0,064	0,856
X2	<b>0,669</b>	0,015	-0,254	-0,112	-0,120	-0,315	0,044	-0,117	0,188	-0,167	-0,335	-0,048	0,832
X3	<b>0,564</b>	0,180	-0,306	-0,022	0,214	-0,465	-0,224	0,106	-0,272	-0,085	-0,054	-0,042	0,854
X4	0,284	0,048	<b>0,591</b>	-0,336	0,484	0,081	-0,088	0,070	-0,065	-0,116	-0,088	-0,200	0,864
X5	<b>0,653</b>	0,145	-0,132	-0,270	-0,169	-0,110	-0,249	-0,268	0,067	-0,236	-0,180	-0,202	0,846
X6	0,547	-0,112	0,300	-0,141	0,061	-0,422	-0,225	0,154	0,257	-0,164	0,085	0,305	0,872
X7	<b>0,557</b>	-0,109	0,468	-0,221	-0,187	-0,025	-0,167	0,013	0,156	-0,109	0,318	-0,004	0,791
X8	0,360	<b>0,410</b>	0,283	-0,379	0,109	0,175	0,012	-0,345	0,175	0,106	-0,235	0,210	0,824
X9	0,379	-0,380	0,008	0,252	<b>0,497</b>	-0,214	0,290	0,005	0,021	-0,060	-0,117	0,260	0,814
X10	<b>0,490</b>	-0,484	0,284	0,207	0,027	-0,230	-0,232	0,163	-0,040	-0,253	0,040	0,264	0,869
X11	0,275	<b>0,482</b>	-0,036	0,276	-0,109	0,114	0,101	-0,129	-0,483	-0,217	0,115	0,136	0,749
X12	<b>0,431</b>	0,405	0,146	0,308	-0,101	0,153	-0,267	-0,388	0,171	0,050	0,181	0,103	0,796
X13	0,339	<b>0,494</b>	0,304	-0,011	-0,281	0,102	0,196	0,340	-0,009	0,171	-0,248	0,229	0,839
X14	<b>0,592</b>	0,369	-0,117	-0,020	0,169	-0,147	-0,198	-0,246	-0,023	0,255	0,036	-0,225	0,769
X15	0,358	-0,428	-0,254	0,218	0,006	0,364	<b>-0,449</b>	0,128	0,208	0,197	-0,073	-0,002	0,861
X16	<b>0,579</b>	-0,195	-0,237	0,061	-0,336	-0,031	0,049	-0,187	-0,343	0,105	-0,175	-0,153	0,766
X17	<b>0,641</b>	-0,342	0,025	0,372	-0,279	0,115	0,017	-0,035	-0,335	-0,038	-0,124	-0,066	0,894
X18	0,461	-0,107	-0,273	-0,176	-0,349	<b>0,499</b>	-0,130	0,217	0,342	-0,122	0,000	0,057	0,900
X19	<b>0,651</b>	-0,090	-0,067	-0,166	-0,255	-0,006	-0,029	0,011	-0,130	-0,156	0,230	-0,090	0,632
X20	0,259	-0,113	-0,281	0,157	0,286	<b>0,548</b>	0,311	-0,044	0,136	-0,419	0,070	0,014	0,863
X21	0,395	0,073	<b>0,428</b>	0,079	-0,317	-0,369	0,189	-0,057	0,285	0,244	0,179	-0,069	0,805
X22	0,273	0,446	0,462	<b>0,542</b>	0,039	-0,096	-0,012	0,009	-0,026	0,016	0,032	-0,046	0,795
X23	<b>0,453</b>	0,374	0,281	0,282	0,042	-0,195	0,049	0,304	-0,020	-0,295	0,152	-0,355	0,874
X24	<b>0,597</b>	0,451	0,169	0,236	0,275	0,204	0,139	0,056	0,024	-0,197	-0,030	-0,052	0,826
X25	0,367	0,284	<b>0,414</b>	-0,224	0,380	0,129	-0,228	0,234	-0,105	0,109	-0,283	-0,034	0,810
X26	<b>0,443</b>	0,054	-0,121	-0,317	0,060	0,222	0,124	0,308	-0,274	0,433	0,249	-0,129	0,818
X27	<b>0,644</b>	-0,518	0,145	-0,112	0,149	0,228	-0,134	0,017	-0,126	0,132	-0,072	-0,106	0,858
X28	<b>0,582</b>	-0,290	0,207	-0,413	-0,051	0,155	0,255	0,012	-0,093	0,033	-0,323	0,019	0,841
X29	0,446	<b>-0,544</b>	0,276	-0,076	-0,012	-0,108	0,284	-0,168	0,246	0,172	0,259	-0,044	0,857
X30	<b>0,475</b>	0,141	-0,080	-0,253	0,410	0,133	0,234	-0,421	0,092	0,192	0,231	-0,048	0,835
X31	0,037	0,259	-0,289	0,371	<b>0,448</b>	-0,027	-0,041	0,148	0,043	0,378	0,022	0,094	0,669
X32	0,262	<b>0,510</b>	-0,072	-0,037	-0,353	-0,078	0,351	0,350	0,278	0,172	-0,109	0,161	0,857
X33	<b>0,567</b>	0,026	-0,234	0,478	-0,282	0,250	0,052	0,004	0,247	-0,072	-0,118	-0,134	0,849
X34	<b>0,648</b>	0,193	-0,467	-0,006	-0,151	-0,078	0,161	-0,118	0,014	0,185	0,064	-0,039	0,784
X35	<b>0,507</b>	-0,175	-0,309	-0,018	-0,130	-0,330	-0,159	-0,123	-0,284	0,202	0,033	0,398	0,830
X36	0,196	-0,159	<b>0,487</b>	0,376	0,104	0,369	-0,039	-0,393	-0,082	0,081	-0,034	0,263	0,828
X37	0,263	0,400	-0,161	<b>-0,429</b>	-0,091	0,250	0,139	0,049	-0,292	-0,263	0,251	0,344	0,867
X38	0,353	-0,363	0,446	0,170	-0,142	0,226	0,051	0,342	-0,204	0,234	0,123	-0,039	0,788
X39	0,517	-0,029	<b>-0,535</b>	-0,212	0,334	0,021	-0,089	0,245	0,098	-0,112	0,225	0,048	0,855
X40	<b>0,508</b>	0,040	-0,501	0,286	0,361	-0,018	-0,090	0,186	0,184	0,111	-0,029	0,062	0,816
Autovalores	8,920	3,945	3,701	2,656	2,499	2,309	1,843	1,713	1,591	1,518	1,149	1,113	
Varição Explicada	22,300	9,862	9,252	6,639	6,247	5,773	4,607	4,283	3,977	3,795	2,873	2,781	
Varição Acumulada	22,300	32,162	41,414	48,053	54,299	60,072	64,678	68,962	72,939	76,734	79,607	82,388	

A escolha das variáveis que compõem cada um dos 12 fatores observou as cargas fatoriais de cada variável, da esquerda para direita e ao longo de cada linha, elegendo-se as cargas fatoriais de maiores valores absolutos.

Observou-se, pela Tabela 5.6 (destaques em vermelho / negrito), que o Fator 1 explica 22,30% das informações contidas nas variáveis consideradas. Os maiores pesos referiam-se às variáveis X2 (Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado), X3 (Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro), X5 (Acessar mercados mais seletivos), X7 (Manter a cobertura florestal) e X10 (Contribuir para diminuição do “efeito estufa”) dos pontos fortes, X12 (Acesso itinerante e exploração predatória), X14 (Imagem setorial negativa), X16 (Qualificação deficiente da mão-de-obra), X17 (Baixa remuneração dos empregados) e X19 (Índices de desperdício elevados) dos pontos fracos, X23 (Redução dos estoques florestais internacionais), X24 (Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional), X26 (Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)), X27 (Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)), X28 (Adoção de certificação florestal) e X30 (Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais) das oportunidades, X33 (Inexistência de crédito específico), X34 (Aplicação de barreiras não-tarifárias) das ameaças, X35 (Adoção de produtos substitutos) e X40 (Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)) das ameaças. As variáveis que apresentaram maiores pesos foram a X2 (Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado) e a X3 (Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro), as duas referentes a pontos fortes. Os quatro quadrantes analisados (pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças) apresentaram inúmeras variáveis com cargas representativas. Em razão da abrangência das variáveis, denominou-se o Fator como “Gestão Florestal”.

LENTINI et al. (2005b) confirmam esses resultados, uma vez que a maioria da produção da Amazônia (63%) é de produtos de baixo valor agregado, comercializados apenas como madeira serrada, principalmente para a construção civil. Por isso, são necessários instrumentos econômicos para incentivar o aumento da renda da produção madeireira como, por exemplo, a diminuição das taxas de importação de maquinários que agregam maior valor à produção.

No Fator 2, observou-se que os maiores pesos referiam-se às variáveis X8 (Planejar de forma sustentável a atividade madeireira) dos pontos fortes, X11 (Ausência de títulos das áreas de produção) e X13 (Sistema de controle e monitoramento ineficaz) dos pontos fracos, X29 (Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais) das oportunidades e X32 (Baixo custo da ilegalidade) das ameaças. Esse Fator explica 9,86% da variação dos dados. A variação acumulada chegou a 32,16%. Cada quadrante apresentou uma variável com carregamento significativo, excessão feita para os pontos fracos com duas variáveis. Os maiores pesos foram das variáveis X29 (Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais) das oportunidades e X32 (Baixo custo da ilegalidade) das ameaças. Denominou-se o Fator como “Monitoramento e Controle”.

O maior desafio para o desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais é encontrar meios para que a exploração florestal de base familiar e comunitária e as operações das serrarias nas áreas isoladas e dispersas sejam mais sustentáveis. ROSTONEN (2007) propõe que isso poderia ser feito através de parcerias inovadoras do tipo empresa-comunidade, para o manejo sustentável das áreas de reserva florestal que devem cobrir 80% das áreas das pequenas propriedades. VIDAL (2005) entende que esses acordos oferecem vantagens aos dois grupos. As empresas podem expandir suas fontes de suprimento de madeira a custos razoáveis e as comunidades têm a oportunidade de aumentar suas receitas e melhorar sua qualidade de vida. Entretanto, VAN HELDEN e SCHNEEMANN (2000) demonstraram que a baixa produtividade dos projetos e a pequena escala das atividades podem representar uma ameaça potencial para o provimento dos mercados de consumo. Outra questão é a inviabilidade financeira dos projetos comunitários. Estes autores sugerem que esses projetos precisam ser subsidiados para períodos longos de tempo.

Dois tipos distintos de acordos podem ser observados na atividade florestal brasileira. Os programas de fomento constituem uma forma usual de acordo entre as empresas que dependem de madeira plantada e as comunidades. Os acordos mais amplos e mais antigos podem ser encontrados no setor de celulose e papel, com algumas empresas mantendo acordos com as comunidades locais por mais de dez anos e envolvendo mais de 4.000 produtores. O outro tipo de acordos envolve as empresas de produtos florestais da Amazônia. VIDAL (2005) considera que apesar de quase não existir acordos na região,



existe um enorme potencial para o seu desenvolvimento. Contudo, apesar das oportunidades existirem, há limitações técnicas, econômicas e políticas que prejudicam o desenvolvimento desses acordos.

A variável “Baixo custo da ilegalidade” torna-se um ponto fraco na medida em que o problema inviabiliza o aumento da participação do manejo florestal sustentável na oferta de madeiras tropicais. Abordando especificamente a questão do desmatamento, MARGULIS (2003) sugere uma solução econômica, onde a adoção de uma taxa de desmatamento forçaria os agentes do processo a internalizarem os custos ambientais.

O terceiro Fator apresentou carregamento para uma variável dos pontos fortes: X4 (Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial), duas variáveis das oportunidades: X21 (Demanda de recursos naturais abundantes) e X25 (Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais), e duas variáveis das ameaças: X36 (Expansão da atividade agropecuária) e X39 (Atuação radical de movimentos ambientalistas). Denominado de “Manejo Florestal”, o Fator apresentou as maiores cargas para as variáveis X4 (Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial) e X39 (Atuação radical de movimentos ambientalistas). O Fator explica 9,25% da variação dos dados.

Considerando que a produção madeireira da Amazônia depende fortemente da oferta do desmatamento (autorizado ou não) e da extração seletiva ilegal, servindo como forma preferida de acesso ao recurso e dificultando o ordenamento e manejo florestal, HUMMEL (2001) entende que o MFS pode contribuir para reordenar as políticas públicas para a região e possibilitar alterações nas leis e exigências técnicas para o acesso aos recursos florestais, em suas diferentes formas. Entretanto, a viabilização do manejo é altamente dependente da resolução do gargalo “questão fundiária” (SABOGAL et al., 2006).

A discussão sobre a Amazônia, eivada por vezes de argumentos passionais, dificulta a identificação de bibliografia isenta sobre a influência da atuação de movimentos ambientalistas na gestão florestal. KOLK (1998) analisou a situação brasileira do desmatamento sob a ótica da cooperação internacional. Foi examinado o envolvimento de

diferentes atores e as respectivas posições conflitantes. Observou que foi possível criar um ambiente construtivo a despeito de radicalismos de muitas partes.

O Fator 4 apresentou um carregamento para as oportunidades e um para as ameaças - X22 (Aumento da demanda nacional e internacional) e X37 (Risco de invasões e conflitos fundiários), respectivamente, sendo o maior peso da variável X22. O Fator explica 6,64% da variação dos dados. A partir deste Fator, optou-se por utilizar denominação em função da variável com maior peso. O nome dado ao Fator 4 foi “Demanda Madeireira”.

Têm-se verificado a tendência nos últimos anos das empresas brasileiras reprocessarem a madeira serrada, com vistas à agregação de valor ao produto primário. Isto tem alterado a demanda de produtos oriundos de madeira tropical. Estudo da ABIMCI (2007) demonstrou que as exportações brasileiras de madeira serrada apresentaram, de forma geral, queda de 2005 para 2006. Porém, ao avaliar-se o período de 1997 a 2006 verifica-se que, em termos de valor, as exportações de madeira serrada tropical apresentaram alta de aproximadamente 115%, em termos de valor no período, e 74% de acréscimo no decorrer do período (1997-2006). Em 2006, o Brasil exportou aproximadamente US\$ 2,9 milhões de madeira serrada, sendo 46% deste total de pinus e 54% de tropical. Estimativas da ABIMCI evidenciam que, em 2007, as exportações de madeira serrada tropical atingirão USD 1,6 milhão e aproximadamente 622 mil m<sup>3</sup> (Figura 5.1).

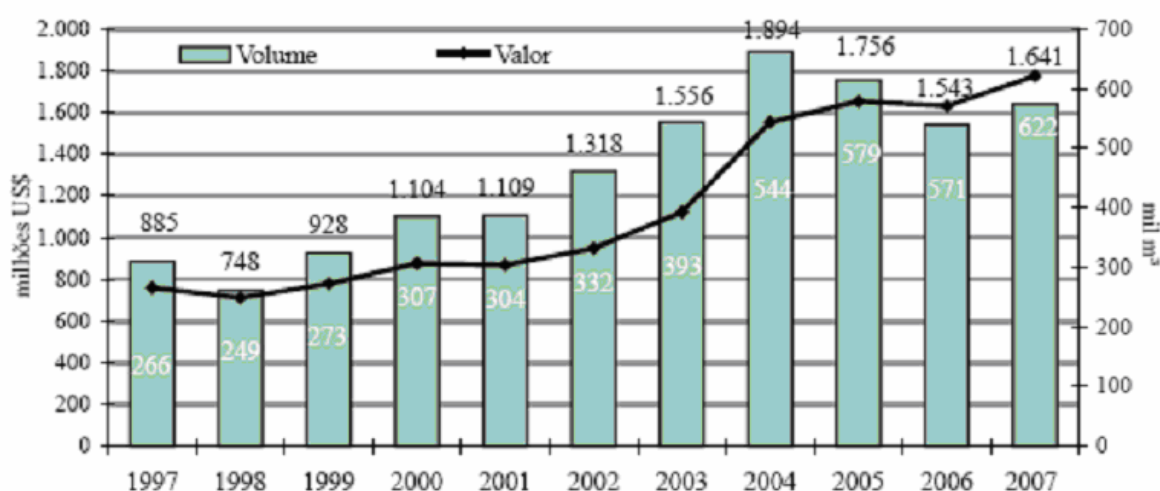


Figura 5.1 - Exportações brasileiras de madeira serrada tropical no período de 1997 a 2007.

MARGULIS (2003) tratou da questão dos conflitos fundiários quando recomendou maior integração com os agricultores, pecuaristas e madeireiros para solucionar questões da área florestal. Considera que, embora grande parte dos agricultores e pecuaristas não esteja preparada para negociar, há lideranças mais abertas e interessadas em definir termos de compromisso com governo e sociedade, para terem suas atividades integralmente legalizadas. Entende que, proporcionalmente, pouca atenção é dispensada aos agricultores e pecuaristas em comparação aos madeireiros. Recomendou que uma melhor interação com os madeireiros seria mais produtiva do que apenas ações de controle, já que os madeireiros são fundamentais para que o manejo florestal sustentado represente a principal atividade alternativa à pecuária na Amazônia e capaz de competir em escala com ela.

Segundo FEARNSIDE (2005), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) cedeu sua função de determinar os locais de assentamento às organizações de colonos que reivindicam terra, tais como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Eles invadem terras públicas ou reservas legais de grandes fazendas e o INCRA, posteriormente, “legaliza” os assentamentos quando já são fato consumado e indeniza os fazendeiros pela terra perdida. Devido à indenização ser geralmente maior que o preço de mercado da terra, alguns fazendeiros, indiretamente, incentivam os invasores.

No Fator de número 5, a variável de maior peso foi a X9 (Promover o desenvolvimento local / regional) dos pontos fortes. A outra variável com carregamento foi a X31 (Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental) das ameaças. Denominado de “Políticas Sociais”, esse Fator explica 6,25% da variação dos dados.

BECKER (2005) afirma que, por força de processos e agentes em nível global, nacional e regional, a Amazônia constitui-se como a fronteira do capital natural. Considera, entretanto, que a nova condição conflita com a permanência do padrão tradicional de sua ocupação pela fronteira móvel, agropecuária, que avança na borda da floresta. SOUSA e GOMES (2005) consideram que, dadas as características atuais do desenvolvimento do mercado e das políticas públicas para atividade madeireira na Amazônia, as comunidades rurais deverão adotar estratégias para capitalizar oportunidades de mercado diferenciadas, de acordo com sua realidade.

O excesso de regulamentação e a instabilidade das normas que regem o setor florestal são citados por SILVA (2008) com inibidores do aumento do número de novos planos e, conseqüentemente, a área sob manejo florestal na Amazônia. HUMMEL (2001) considera que a simplificação das normas e procedimentos é desejável, desde que, ao mesmo tempo, os organismos ambientais revejam ou ampliem o papel dessas instituições, na gestão florestal na Região Amazônica.

As duas variáveis com carregamento representativo no Fator 6 foram referentes aos pontos fracos X18 (Desenvolvimento tecnológico insuficiente) e X20 (Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte), sendo esta última variável a de maior peso. Denominado de “Tecnologia e Infra-estrutura”, o Fator explicou 5,77% da variação dos dados.

O tema desenvolvimento tecnológico foi abordado por GARRIDO FILHA (2002), alertando para a necessidade de estabelecimento urgente de política de larga ampliação dos estudos científicos básicos e aplicados, como os realizados, ainda em pequena monta, pelas instituições científicas da região, aliada a planos de correção da ocupação econômica da Amazônia, numa efetiva política de planejamento regional e com reorganização e urgente ampliação dos setores de fiscalização das atividades econômicas. No longo prazo, MARGULIS (2003) observou que o fator fundamental para a sustentação das atividades econômicas na região será a adaptação de tecnologias para as condições geo-ecológicas específicas da Amazônia, em boa medida financiada pelo governo. Esse processo fará com que atividades, que são hoje de pequena escala e pouco competitivas, tornem-se ambientalmente superiores e viabilizem-se frente a outras atividades, como a pecuária.

Segundo ROS-TONEN (2007), a exploração madeireira desordenada e o avanço da fronteira agrícola na Região Amazônica brasileira prejudicam o manejo florestal sustentável. A expansão do cultivo da soja e os concomitantes investimentos na infraestrutura de estradas e hidrovias impulsionam ainda mais novos ciclos de extração associados às áreas de fronteiras agrícolas antes inacessíveis.

LAURANCE et al. (2002) e NEPSTAD et al. (2001) constataram forte correlação entre a implantação de infra-estrutura, sobretudo a ampliação de malha viária e o avanço do desmatamento na Amazônia.

O Fator 7, chamado de “Emprego e Empreendedorismo”, explicou 4,61% da variação dos dados e a variação acumulada chegou a 64,68%. Apresentaram peso as variáveis X1 (Gerar emprego e renda) dos pontos fortes e X15 (Ausência de cultura empreendedora) dos pontos fracos. A geração de emprego e renda apresentou o maior peso do Fator.

Com base no estudo elaborado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), intitulado “Estimativa do Modelo de Geração de Empregos do BNDES”, a ABIMCI (2007) observou a alta capacidade de geração de empregos do setor florestal. O Modelo de Geração de Emprego (MGE) permitiu calcular o número de empregos gerados, a partir de um aumento de produção em qualquer um dos setores da economia brasileira. O MGE quantifica o impacto no nível de emprego (direto, indireto e em outros setores da economia (efeito-renda)) ao gerar aumento da produção da ordem de R\$ 10 milhões. Observou-se que o setor de madeira e móveis ocupava a quinta posição como maior geração de empregos do país. Entretanto, atualmente o setor prevê queda no número de empregos, alegando falta de crédito para exportação, oscilação do dólar e insegurança nos mercados interno e externo.

VIDAL (2005) identificou como uma limitação ao desenvolvimento de acordos empresa-comunidade a falta de conhecimento das comunidades a respeito das atividades florestais. A autora considerou que o problema é reflexo de uma situação mais ampla, relativa à deficiência generalizada de uma cultura florestal no Brasil. Os programas de fomento florestal podem representar uma ferramenta importante para que essa realidade comece a se modificar. Esses programas podem oferecer treinamento e uma fonte de renda alternativa para os pequenos proprietários, proporcionando, ao mesmo tempo, conscientização quanto à importância dos recursos florestais.

Não foi registrado carregamento de variáveis do Fator 8 ao Fator 12. O fator 12 explica 2,78% da variação dos dados e apresenta variação acumulada de 82,39%.

A análise de agrupamento visual da distribuição dos pontos, utilizando-se como eixos a primeira e a segunda componentes principais (CP1 e CP2), demonstrou a formação de onze grupos distintos (Figura 5.2).

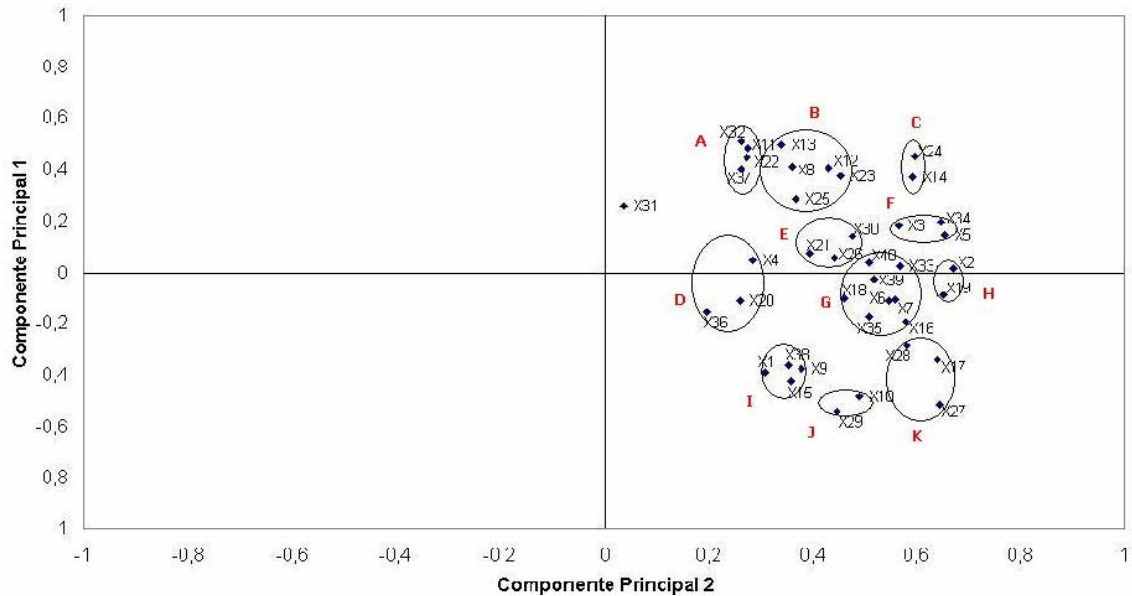


Figura 5.2 - Análise gráfica das variáveis utilizando-se como eixos a Componente Principal 1 e a Componente Principal 2.

O Grupo A relacionou entre si as variáveis X11 (Ausência de títulos das áreas de produção) dos pontos fracos, X22 (Aumento da demanda nacional e internacional) das oportunidades e X32 (Baixo custo da ilegalidade) e X37 (Risco de invasões e conflitos fundiários) das ameaças.

Lateralmente encontrou-se o Grupo B, composto das variáveis X8 (Planejar de forma sustentável a atividade madeireira) dos pontos fortes, X12 (Acesso itinerante e exploração predatória) e X13 (Sistema de controle e monitoramento ineficaz) dos pontos fracos e X23 (Redução dos estoques florestais internacionais) e X25 (Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais) das oportunidades.

O Grupo C apresentou relação entre a variável X14 (Imagem setorial negativa) dos pontos fracos e a variável X24 (Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional) das oportunidades.

O Grupo D reuniu o X4 (Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial) dos pontos fortes, o X20 (Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte) das oportunidades e o X36 (Expansão da atividade agropecuária) das ameaças.

A proximidade do X21 (Demanda de recursos naturais abundantes), do X26 (Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)) e do X30 (Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais) das oportunidades levou à formação do Grupo E.

O Grupo F apresentou a relação de três variáveis: X3 (Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro) e X5 (Acessar mercados mais seletivos) dos pontos fortes e X34 (Aplicação de barreiras não-tarifárias) das ameaças.

O Grupo G é o que reúne o maior número de variáveis: X6 (Aproveitar os produtos não-madeireiros) e X7 (Manter a cobertura florestal) dos pontos fortes, X16 (Qualificação deficiente da mão-de-obra) e X18 (Desenvolvimento tecnológico insuficiente) dos pontos fracos e X33 (Inexistência de crédito específico), X35 (Adoção de produtos substitutos), X39 (Atuação radical de movimentos ambientalistas) e X40 (Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)) das ameaças.

As variáveis X2 (Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado) dos pontos fortes e X19 (Índices de desperdício elevados) dos pontos fracos formam o Grupo H.

O Grupo I é composto pelas variáveis X1 (Gerar emprego e renda) e X9 (Promover o desenvolvimento local / regional) dos pontos fortes, X15 (Ausência de cultura empreendedora) dos pontos fracos e X38 (Desmatamentos e queimadas) das ameaças

O Grupo J apresenta as variáveis X10 (Contribuir para diminuição do “efeito estufa”) dos pontos fortes e X29 (Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais) das oportunidades.

As variáveis X17 (Baixa remuneração dos empregados) dos pontos fracos e X27 (Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)) e X28 (Adoção de certificação florestal) das oportunidades formaram o Grupo K.

A variável X31 não se relacionava com as variáveis de nenhum dos grupos.

### 5.1.2. Análise de Cluster

A Análise de Cluster por distância euclidiana entre as variáveis resultou em uma árvore hierárquica com diversas possibilidades de agrupamento, variando em função da distância considerada (Figura 5.3).

Utilizando-se, de forma subjetiva, a linha de corte de 0,15 pode-se observar a relação entre as variáveis com a formação de seis grupos distintos, sendo que dois deles foram formados por uma única variável.

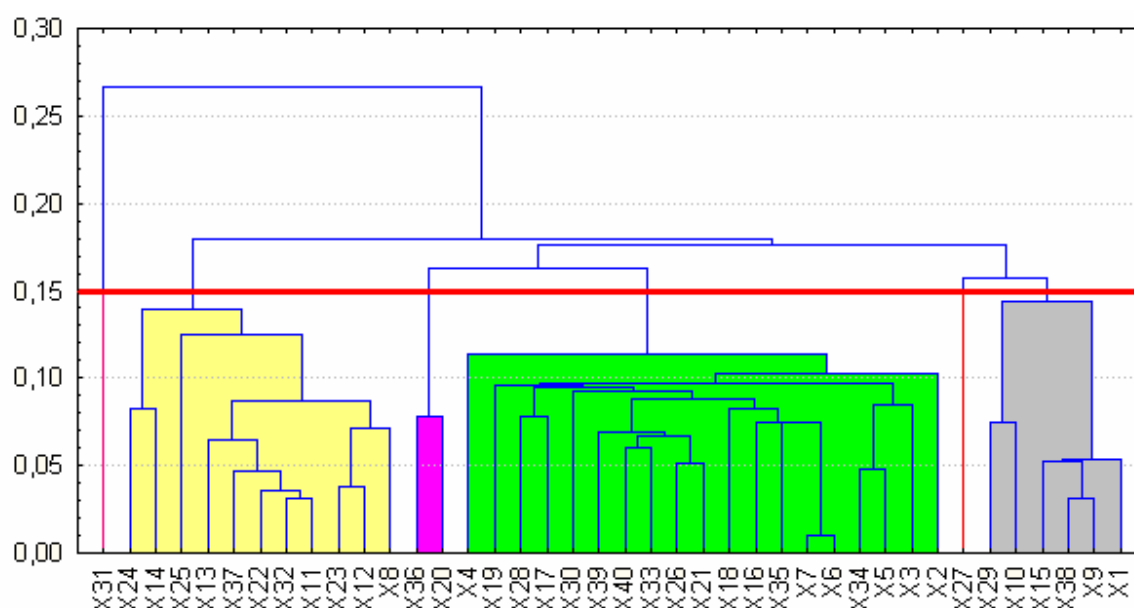


Figura 5.3 - Árvore hierárquica da Análise de Cluster.

As variáveis X27 (Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)), dos pontos fracos, e X31 (Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental), das ameaças, foram as que formaram grupos isolados, denominados “Clima” (Grupo 1) e “Política” (Grupo 2), respectivamente.

A média da pontuação dos grupos formados na Análise de Cluster demonstrou que o Grupo 2 foi o que apresentou o maior resultado, superior à média geral (Tabela 5.7). Em situação oposta, com a menor média, tem-se o Grupo 1.



A variável “Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental” foi também a questão mais pontuada por todos os especialistas (Apêndice D). Isso demonstra a relevância do tema e o impacto negativo que a excessiva burocracia e morosidade dos órgãos ambientais, e, ainda, a sobreposição de competências e de regulamentações entre os diferentes órgãos, causam na desmotivação e desorientação dos empreendedores florestais (SABOGAL et al., 2006).

Mesmo não sendo tão significativo quanto o anterior, o grupo do “Clima” evidencia as grandes oportunidades no Brasil para a mitigação do aquecimento global no âmbito do Protocolo de Kyoto, principalmente implementando atividades relacionadas à diminuição do desmatamento (CARVALHO et al., 2004). FEARNSSIDE (2001) entende que o país deveria adotar a opção de aceitar limites nacionais sobre as emissões, o que permitiria ganhar muito mais sobre as emissões negociadas no Artigo 17 do Protocolo do que através do Artigo 12 do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Entretanto, GUARIGUATA et al. (2008) afirmam que as atuais práticas de manejo em florestas tropicais são baseadas na pressuposição de que o clima não variará a ponto de afetar a longo prazo a produtividade e a rentabilidade.

Tabela 5.7 - Média da pontuação dos grupos formados na Análise de Cluster.

<b>Número</b>	<b>Nome</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>
1	Clima	X27	6
2	Política	X31	9
3	Infra-estrutura	X20 e X36	7
4	Desenvolvimento Sustentável	X1, X9, X10, X15, X29 e X38	7
5	Mercado	X8, X11, X12, X13, X14, X22, X23, X24, X25, X32 e X37	8
6	Gestão Florestal	X2, X3, X4, X5, X6, X7, X16, X17, X18, X19, X21, X26, X28, X30, X33, X34, X35, X39 e X40	7
Média Geral			7

As variáveis X20 (Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte), das oportunidades, e X36 (Expansão da atividade agropecuária), das ameaças, formaram um

Grupo 3, denominado “Infra-estrutura”. A média da pontuação do grupo foi semelhante à média geral. A abordagem integrada das duas questões demonstra o conflito existente entre as ações necessárias para a melhoria da qualidade de vida na região e os impactos negativos sobre o ambiente, bem como a dificuldade de equilibrar essa equação (NEPSTAD et al., 2001).

O Grupo 4, assinalado em cor cinza na Figura 5.3, refere-se às variáveis X1 (Gerar emprego e renda), X9 (Promover o desenvolvimento local / regional) e X10 (Contribuir para diminuição do “efeito estufa”) dos pontos fortes, X15 (Ausência de cultura empreendedora) dos pontos fracos, X29 (Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais) das oportunidades e X38 (Desmatamentos e queimadas) das ameaças. A média da pontuação do grupo foi a mesma da média geral. O grupo recebeu a denominação de “Desenvolvimento Sustentável”.

Observa-se que os Grupos 4, 5 e 6 são representados por variáveis dos quatro quadrantes analisados (pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças), bem como são constituídos de diversos sub-agrupamentos.

O Grupo 5, assinalado em cor amarela e denominado “Mercado”, relacionou entre si as variáveis X8 (Planejar de forma sustentável a atividade madeireira) dos pontos fortes, X11 (Ausência de títulos das áreas de produção), X12 (Acesso itinerante e exploração predatória), X13 (Sistema de controle e monitoramento ineficaz) e X14 (Imagem setorial negativa) dos pontos fracos, X22 (Aumento da demanda nacional e internacional), X23 (Redução dos estoques florestais internacionais), X24 (Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional) e X25 (Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais) das oportunidades e X32 (Baixo custo da ilegalidade) e X37 (Risco de invasões e conflitos fundiários) das ameaças. A média da pontuação do grupo foi superior à média geral e inferior apenas à média do Grupo 1. As maiores pontuações verificadas no grupo foram das variáveis X32 (Baixo custo da ilegalidade) das ameaças (Apêndice G) e X8 (Planejar de forma sustentável a atividade madeireira) dos pontos fortes (Apêndice D). Entretanto, o maior número de variáveis do grupo encontra-se nos quadrantes de pontos fraco e de oportunidades.

O grupo assinalado em cor verde (Grupo 6) reúne o maior número de variáveis. Entretanto, a média da pontuação do grupo foi a mesma da média geral. Foram agrupadas as variáveis X2 (Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado), X3 (Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro), X4 (Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial), X5 (Acessar mercados mais seletivos), X6 (Aproveitar os produtos não-madeireiros) e X7 (Manter a cobertura florestal) dos pontos fortes, X16 (Qualificação deficiente da mão-de-obra), X17 (Baixa remuneração dos empregados), X18 (Desenvolvimento tecnológico insuficiente) e X19 (Índices de desperdício elevados) dos pontos fracos, X21 (Demanda de recursos naturais abundantes), X26 (Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)), X28 (Adoção de certificação florestal) e X30 (Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais) das oportunidades e X33 (Inexistência de crédito específico), X34 (Aplicação de barreiras não-tarifárias), X35 (Adoção de produtos substitutos), X39 (Atuação radical de movimentos ambientalistas) e X40 (Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)) das ameaças. Em razão da abrangência das variáveis, denominou-se o Fator como “Gestão Florestal”.

## **5.2. DEFINIÇÃO DAS ESPÉCIES DE ESTUDO**

As três espécies selecionadas com base no inventário florestal da região e considerando suas abundâncias foram: *Sterculia pruriens* (Aubl.) K. Schum. (Axixá), *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni (Guajará-bolacha) e *Tachigali myrmecophila* Ducke (Taxi-preto).

## **5.3. DESCRIÇÃO ANATÔMICA DAS MADEIRAS SELECIONADAS**

Com base nas normas recomendadas por CORADIN e MUÑIZ (1991) e outras publicações (CAMARGOS et al. 2001; MELO e CAMARGOS, 2007), foram feitas, por espécie madeireira, descrições das características gerais e descrição anatômica macroscópica e microscópica.

A caracterização anatômica da madeira auxilia no conhecimento do comportamento de outras propriedades (físicas, mecânicas, colorimétricas, entre outras) de uma determinada

espécie, contribuindo para melhor aproveitamento sob os aspectos de qualidade e rendimento da madeira.

### 5.3.1. Axixá (*Sterculia pruriens* (Aubl.) K.Schum.) - Sterculiaceae

#### Características Gerais

O Axixá também é conhecido como Castanha-de-periquito, Capoti, Embira, Enviraquiabo, Ibira, Tacazeiro, Xixá, Xixá-brava. Possui madeira de baixa densidade, camadas de crescimento pouco distintas, individualizadas por zonas tangenciais mais escuras, grã direita, textura grossa, figura destacada pela largura dos raios na face transversal, brilho moderado e sem cheiro (Figura 5.4).



Figura 5.4 - Tora de Axixá em corte transversal.

#### Descrição Macroscópica e Microscópica

Os poros são visíveis a olho nu, difusos, predominantemente solitários, de tamanhos grandes, pouco numerosos. Pode apresentar tilos (Figura 5.5 e 5.6). O parênquima axial é visível a olho nu, dos tipos paratraqueal vasicêntrico e paratraqueal aliforme losangular e

em faixas marginais. Raios visíveis a olho nu nos planos transversal e tangencial, contrastados na face radial, largos, pouco numerosos, altos e não estratificados (Figura 5.7 e 5.8).

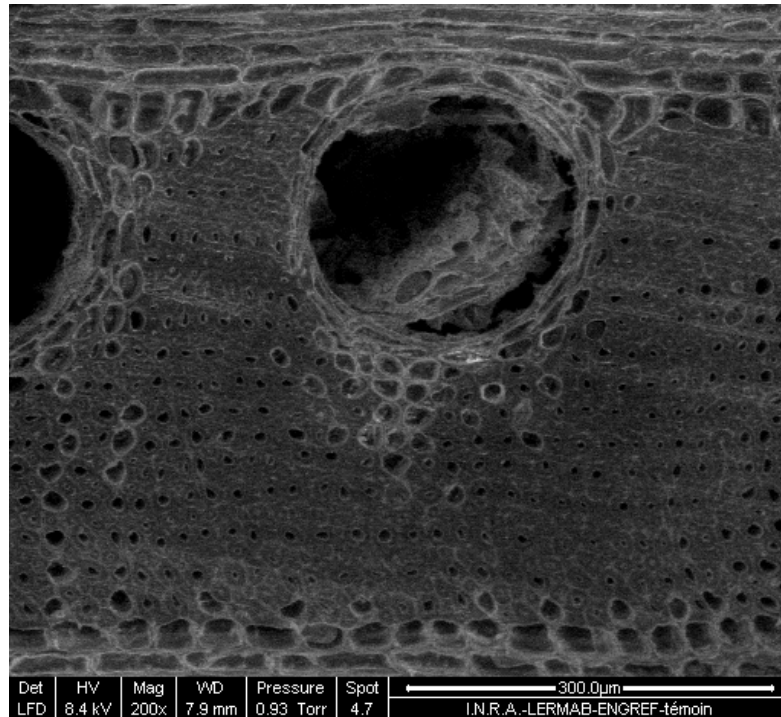


Figura 5.5 - Face transversal de Axixá destacando vaso com incrustação (200x).

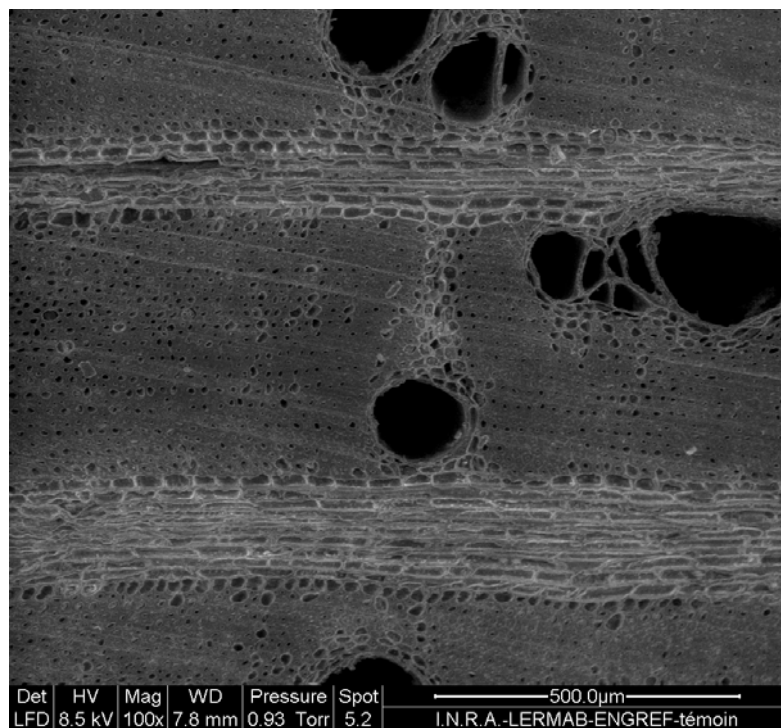


Figura 5.6 - Face transversal de Axixá com vasos isolados e grupos de vasos (100x).

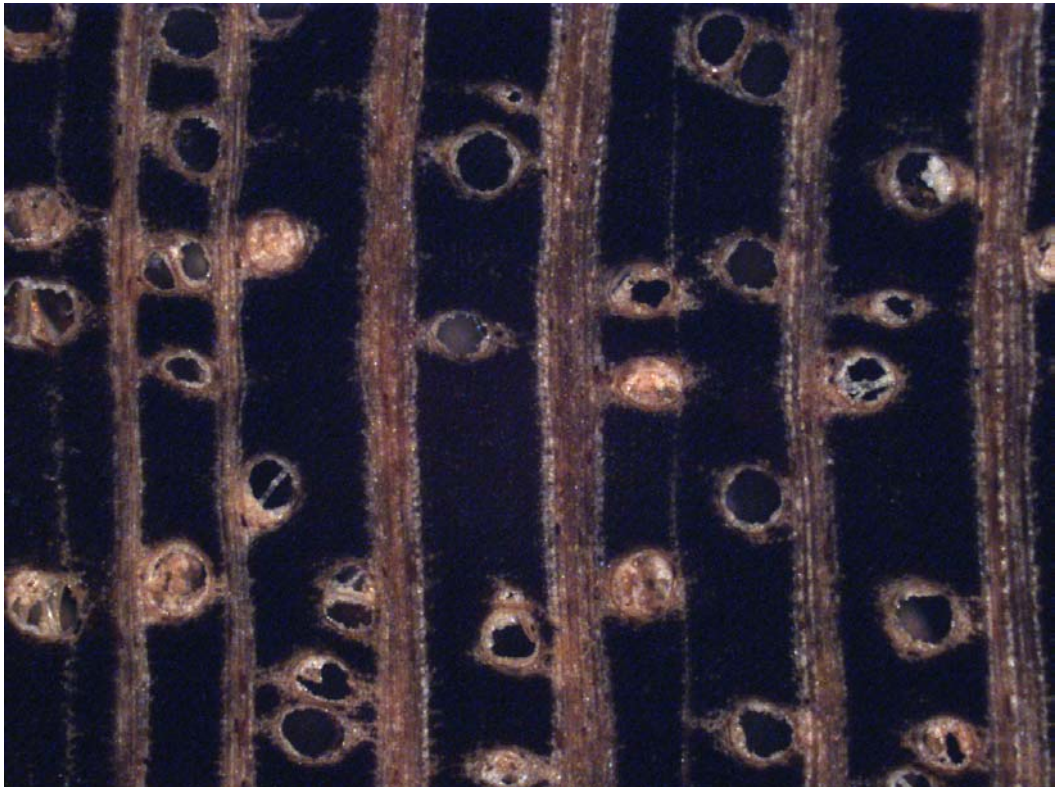


Figura 5.7 - Face transversal de Axixá demonstrando a largura dos raios, incrustações nos poros e disposição dos poros (2,5x).



Figura 5.8 - Face tangencial de Axixá com raio não estratificado (2,5x).

### 5.3.2. Guajará-bolacha (*Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni) - Sapotaceae

#### Características Gerais

A madeira do Guajará-bolacha também é conhecida como Abiu-branco e Abiu-ucuubarana. A sua madeira é de densidade média, possui camadas de crescimento distintas, grã irregular, textura fina e figura pouco destacada. A madeira é sem brilho e sem cheiro (Figura 5.9).



Figura 5.9 - Tora de Guajará em corte transversal.

#### Descrição Macroscópica e Microscópica

Os poros da madeira do Guajará-bolacha são visíveis sob lente de 10x, difusos, predominantemente múltiplos, com mais de três em arranjo radial. São pequenos, numerosos e alguns apresentam tilos e goma (Figura 5.10). O parênquima axial é visível sob lente de 10x, apresenta-se em linhas tendendo ao reticulado (Figura 5.11). Os raios visíveis sob lente de 10x nos planos transversal e tangencial, pouco contrastados na face radial. São finos, pouco numerosos, baixos e não estratificados (Figura 5.12).

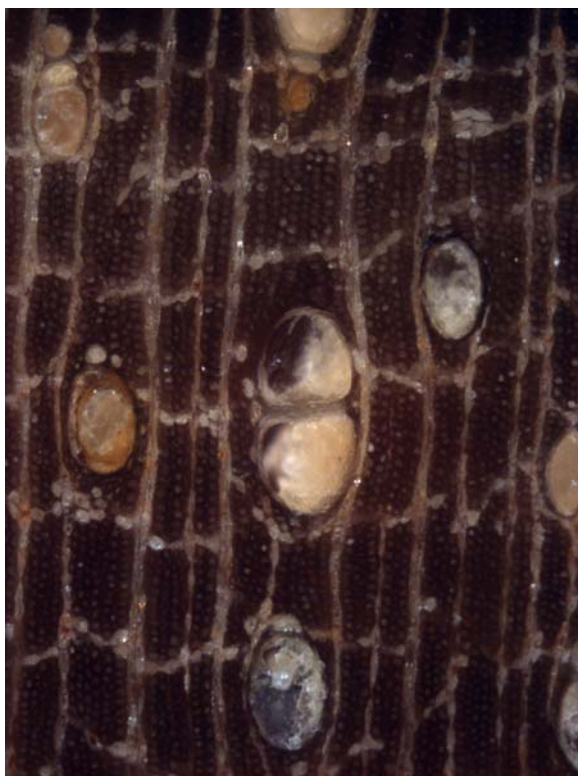


Figura 5.10 - Face transversal de Guajará com poros obstruídos por substância esbranquiçada (10x).

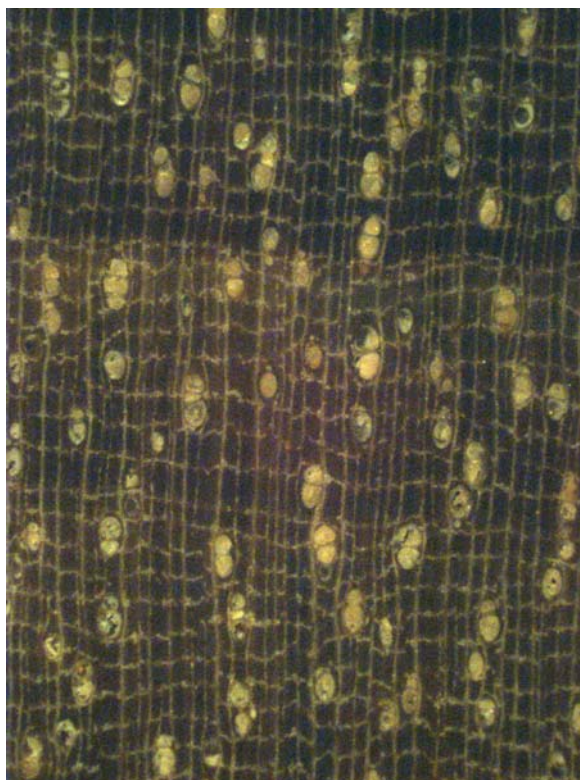


Figura 5.11 - Face transversal de Guajará com poros obstruídos por substância esbranquiçada e parênquima axial reticulado (2,5x).





Figura 5.12 - Face tangencial de Guajará com raio não estratificado (20x).

### 5.3.3. Taxi-preto (*Tachigali myrmecophila* Ducke) - Caesalpiniaceae

#### Características Gerais

A madeira do Taxi-preto também é conhecida por Taxi, Taxi-pitomba, Taxi-Preto-da-folha-grande, Taxi-preto-da-mata, Taxi-preto-folha-grande, Taxi-preto-folha-graúda, Taxizeiro, Taxizeiro-preto. Sua madeira é de densidade média, com cerne indistinto do alburno. Possui camadas de crescimento distintas. A grã é reversa, de textura média, com figura em faixas destacadas, brilho acentuado e sem cheiro (Figura 5.13).



Figura 5.13 - Tora de Taxi em corte transversal.

### **Descrição Macroscópica e Microscópica**

Os poros da madeira desta espécie são visíveis a olho nu, difusos, solitários, médios a grandes e pouco numerosos. O parênquima axial visível sob lente de 10x é do tipo paratraqueal vasicêntrico, as vezes unilateral (Figura 5.14 e 5.15). Os raios são visíveis sob lente de 10x nos planos transversal e tangencial, não contrastados na face radial. São médios, poucos, baixos e não estratificados (Figura 5.16).

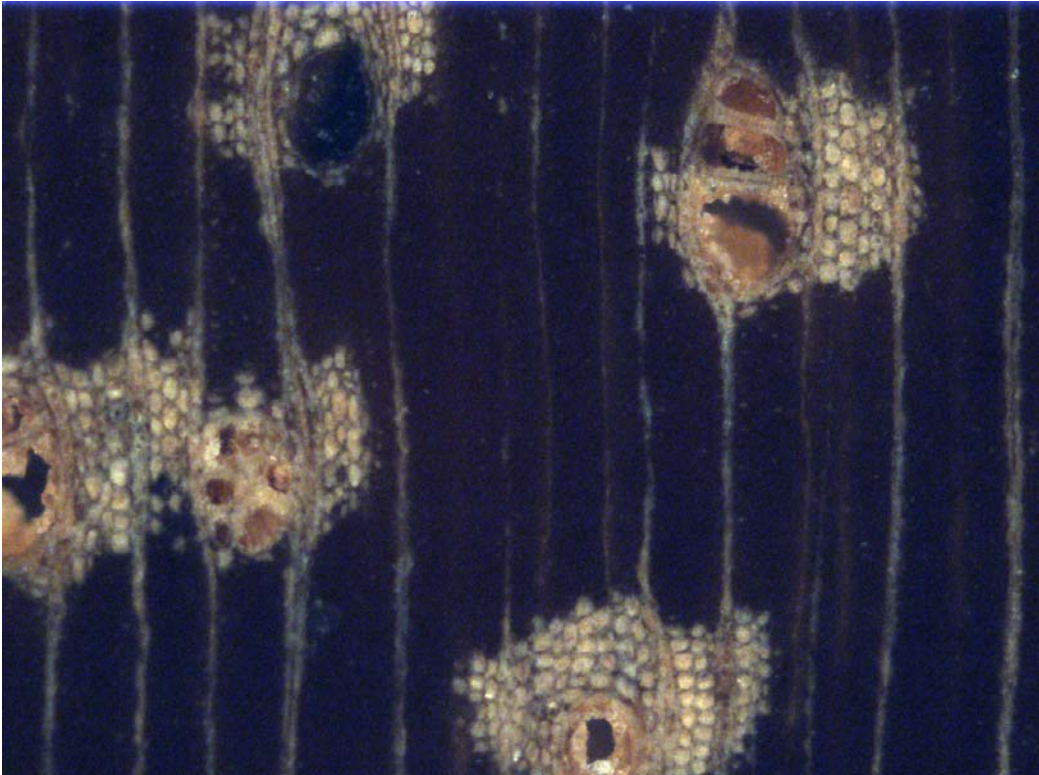


Figura 5.14 - Face transversal de Taxi com parênquima axial unilateral (10x).

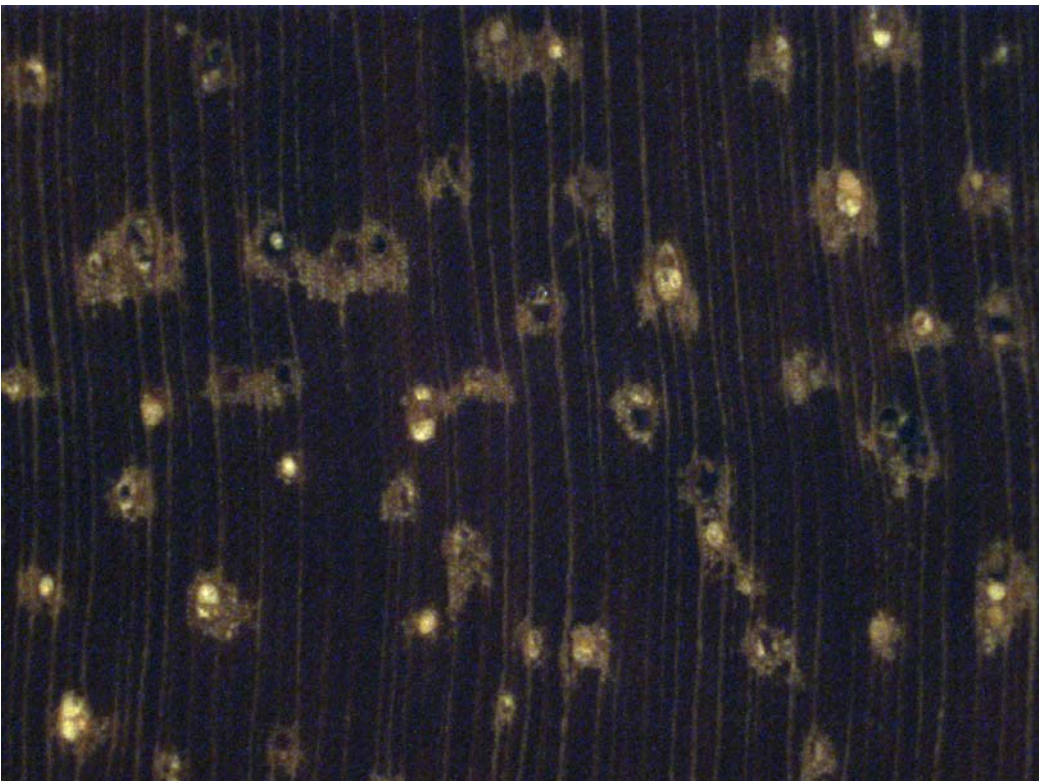


Figura 5.15 - Face transversal de Taxi com poros preenchidos com substâncias esbranquiçadas e parênquima axial unilateral (2,5x).



Figura 5.16 - Face tangencial de Taxi com raio não estratificado (2,5x).

#### **5.4. TRABALHABILIDADE**

A trabalhabilidade ou resinagem refere-se ao comportamento da madeira no processamento com ferramentas ou equipamentos, como também no acabamento superficial com lixas e produtos finais.

A Tabela 5.8 apresenta a avaliação realizada sobre a trabalhabilidade das madeiras das três espécies de estudadas.

Tabela 5.8 - Avaliação da trabalhabilidade das madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

Avaliação	Madeira		
	Axixá	Guajará	Taxi
Aparência	Ótima. Parece com o desenho/cor do Jequitiba	Boa. Madeira dura	Boa. Madeira mole
Desempenho perante equipamentos	Bom	Bom. Ruim para Tupia	Bom
Gasto de lixa	Normal	Normal	Alto. Madeira “felpuda”
Gasto de gume de facas/serra	Normal	Pouco. Madeira dura	Normal
Característica desagradável	Cheiro forte e irritante, parecido com o Ipê. Serragem muito irritante (coceira)	Não	Não
Comportamento perante seladora/verniz	Bom	Bom	Bom
Nota perante equipamentos	9	7 / 8	8. Fácil de trabalhar

Os resultados obtidos para o Axixá assemelham-se aos apresentados pelo Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) (CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT – CIRAD, 2008) e por STERNADT (2001) para *Sterculia apeibophylla* Ducke. A madeira é boa para operação em máquina e para se trabalhar.

As avaliações do Guajará e do Taxi são compatíveis com o encontrado na literatura. Acrescenta-se a informação de excelente acabamento para o Guajará (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA, 2008).

A madeira do Axixá tem ótima aparência, assemelhando-se ao Jequitibá-rosa. Por outro lado, apresenta cheiro acentuado, principalmente quando úmida, e sua serragem causa coceira. O processo de secagem da madeira e posterior aplicação de produtos de acabamento (seladora, verniz ou outros) certamente eliminará o cheiro acentuado. A proteção com máscaras e luvas do profissional que está trabalhando com essa madeira poderá amenizar o problema da coceira causada pela serragem produzida em trabalhos com equipamentos e lixas. Entre as espécies estudadas, a madeira do Axixá apresentou a melhor média geral (9), potencializando-se como excelente madeira para a indústria moveleira.

A madeira do Guajará foi a que apresentou maior dureza perante os equipamentos, mostrando dificuldades no beneficiamento na tupia. Em função deste fato, a avaliação geral da madeira da espécie apresentou média entre 7 e 8, demonstrando algum potencial para a indústria moveleira.

A madeira do Taxi apresentou comportamento semelhante à do Guajará quanto à trabalhabilidade. É importante observar que a madeira do Taxi gasta muita lixa em função de apresentar-se “felpuda” após o beneficiamento em equipamentos. Este é um fato que não trás maiores problemas para utilização da madeira da espécie pela indústria moveleira.

## **5.5. PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS MADEIRAS**

Esta parte do trabalho contempla a caracterização das propriedades físicas e mecânicas das madeiras das três espécies estudadas e algumas correlações entre suas propriedades.

### **5.5.1. Densidade Básica**

A amplitude da variação da massa específica básica (densidade básica) que se verifica entre as espécies pode ser considerada como característica vantajosa, pois permite que a

madeira seja empregada em maior número de segmentos industriais.

As densidades básicas (DB) das madeiras obtidas pelas normas COPANT estão apresentadas na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Valores de densidade básica encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

Densidade Básica	Madeira		
	Axixá <sup>1</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	Guajará <sup>2</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	Taxi <sup>3</sup> (g/cm <sup>3</sup> )
Média	0,57	0,69	0,54
Mínima	0,54	0,63	0,52
Máxima	0,61	0,73	0,57
Desvio Padrão	0,02	0,03	0,02

<sup>1</sup> 16 amostras; <sup>2</sup> 17 amostras; <sup>3</sup> 13 amostras

Algumas amostras que apresentaram pequenos defeitos foram descartadas, pois os resultados de suas medições apresentavam discrepâncias superiores a 10%, para mais ou para menos, em relação à média.

Segundo MELO et al. (1990), a classificação das madeiras tropicais quanto à densidade pode variar de leve a pesada, sendo os valores para madeiras leves  $\leq 0,50$  g/cm<sup>3</sup>, para madeiras de densidade média entre 0,51 g/cm<sup>3</sup> e 0,72 g/cm<sup>3</sup> e para madeiras pesadas  $\geq 0,73$  g/cm<sup>3</sup>. O segmento madeireiro procura trabalhar com madeiras de baixa a média densidade, pois esse tipo de matéria prima apresenta melhor performance perante equipamentos e produtos de acabamentos. As madeiras das três espécies atendem a este segmento.

Os valores da DB do Taxi são semelhantes aos apresentados na bibliografia. Os valores da DB para o Axixá e o Guajará são superiores aos da literatura (CIRAD, 2008; IBAMA 2008).

Estudo do IPCC apresentou os seguintes valores de DB para o Axixá, o Guajará e o Taxi - 0,46 g/cm<sup>3</sup>, 0,65 g/cm<sup>3</sup> e 0,53 g/cm<sup>3</sup> (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE

CHANGE - IPCC, 2006). Observa-se que as densidades básicas das madeiras estudadas estão próximas aos valores encontrados na literatura.

Realizando agrupamento de 187 madeiras de espécies amazônicas em cinco grupos, por similaridades das propriedades físicas e mecânicas, ARAUJO (2002) indica que o Axixá faz parte do grupo que apresenta densidade média. Levando em consideração a análise de 12 parâmetros físicos e mecânicos, o Axixá foi agrupado junto com as seguintes espécies tradicionais do mercado madeireiro: Andiroba, Angelim-da-mata, Cerejeira, Guariúba e Morototó.

O mesmo estudo contempla avaliação do Taxi-preto (*Tachigali paniculata*), diferente do *Tachigali myrmecophila* Ducke, considerado nesta pesquisa. Entretanto, como as duas madeiras apresentam DB média, entende-se que o agrupamento das duas também seria o mesmo. O Taxi foi incluído no grupo 2, junto com: Aroeira, Bacuri-de-anta, Favarelhinha, Itaúba, Piquiarana e Sucupira-amarela. O Guajará não fez parte desse estudo.

### **5.5.2. Retratibilidade**

Os valores de retratibilidade (R) das madeiras obtidos nos ensaios realizados pela norma COPANT estão apresentados na Tabela 5.10.



Tabela 5.10 - Valores de retratibilidade encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

Retratibilidade		Madeira		
		Axix <sup>1</sup> (%)	Guajará <sup>2</sup> (%)	Taxi <sup>3</sup> (%)
Tangencial	Média	11,33	8,49	8,27
	Mínima	10,29	6,67	6,56
	Máxima	13,10	9,72	9,93
	Desvio Padrão	0,69	0,75	0,86
Radial	Média	5,27	5,75	4,87
	Mínima	3,79	5,06	3,80
	Máxima	7,51	7,85	6,00
	Desvio Padrão	0,96	0,62	0,74
Volumétrica	Média	16,26	13,97	13,28
	Mínima	15,59	11,99	12,09
	Máxima	17,82	16,60	14,19
	Desvio Padrão	0,53	1,06	0,60
Coeficiente de Anisotropia		2,15	1,48	1,70

<sup>1</sup> 16 amostras; <sup>2</sup> 17 amostras; <sup>3</sup> 13 amostras

De acordo com Sallenave (1955) e Guiscafre (1978), citados por GONÇALEZ (1993), a classificao das madeiras quanto  retratibilidade volumétrica (Rv) pode variar de fraca a forte. Madeiras com retratibilidade volumétrica fraca apresentam valores de 4 a 9%; madeiras com retratibilidade volumétrica média apresentam valores de 9,1% a 14%; e madeiras com retratibilidade volumétrica forte apresentam valores de 14,1 a 19%. Baseado nesta classificao, a madeira do Axix está no grupo das madeiras com retratibilidade volumétrica forte, como o Angico e o Angelim-vermelho. As outras duas madeiras são de média retratibilidade volumétrica.

Aparentemente essas madeiras não deverão apresentar problemas mais graves em seus aproveitamentos como madeiras serradas, desde que o processo de desdobro seja conduzido conforme as técnicas recomendadas. Maior cuidado deverá ser observado com relao  madeira de Axix. A Rv da espécie aliada ao seu coeficiente de anisotropia (CA) potencializa esta madeira para ocorrência de defeitos.

Por outro lado, o Guajará é o que apresenta melhor estabilidade dimensional, com CA igual a 1,48. Segundo GALVÃO e JANKOWSKY (1985), madeiras com CA entre 1 e 1,5 são consideradas excelentes. Os produtos fabricados com esta madeira não deverão apresentar problemas de instabilidade dimensional.

### 5.5.3. Correlação entre Densidade Básica (DB) e Retratibilidade (R)

Os valores de correlação entre DB e R estão apresentados na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Correlação entre densidade básica (DB) e retratibilidade (R) para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

Madeira		DB	Rt	Rr	Rv
Axixá	DB	1			
	Rt	-0,05343	1		
	Rr	0,006167	-0,79141**	1	
	Rv	-0,10073	0,008372	0,599225*	1
Guajará	DB	1			
	Rt	0,089413	1		
	Rr	-0,46701	0,326248	1	
	Rv	-0,17336	0,863352**	0,753129**	1
Taxi	DB	1			
	Rt	-0,71155**	1		
	Rr	0,660225*	-0,73358**	1	
	Rv	-0,30777	0,60522*	0,071933	1

\*\* , \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t

Ao se avaliar a correlação entre a DB e as retratibilidades para as três madeiras estudadas, identificou-se correlação significativa entre a retratibilidade volumétrica (Rv) e a retratibilidade radial (Rr) para o Axixá e o Guajará. Isto é, quanto maior a Rv, maior será a Rr da madeira para as duas espécies. Também se encontrou correlação positiva e significativa entre a Rv e a retratibilidade tangencial (Rt) para as madeiras de Guajará e Taxi. Observa-se, ainda, uma correlação negativa significativa entre a Rr e a Rt para as madeiras de Axixá e Taxi.

Entre as madeiras estudadas, somente o Taxi mostrou correlação significativa entre a DB e

as retratibilidades Rr e Rt. Quanto maior a DB desta madeira menor a RT e maior a Rr.

#### 5.5.4. Flexão Estática (MOE e MOR)

O conhecimento das propriedades mecânicas é parte da base necessária para utilização da madeira, sobretudo quando esta será submetida a esforços de resistência.

Os módulos de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE) obtidos pela norma COPANT estão apresentados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 - Valores de flexão estática para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

	<b>Madeira</b>					
	<b>Axixá<sup>1</sup></b>		<b>Guajará<sup>2</sup></b>		<b>Taxi<sup>3</sup></b>	
	<b>MOR (MPa)</b>	<b>MOE (MPa)</b>	<b>MOR (MPa)</b>	<b>MOE (MPa)</b>	<b>MOR (MPa)</b>	<b>MOE (MPa)</b>
Média	120,85	14.138,58	153,98	15.568,87	120,67	11.650,21
Mínimo	109,42	12.233,30	128,17	12.273,68	106,80	9.761,59
Máximo	129,39	15.314,42	273,59	29.769,44	147,05	13.765,71
Desvio Padrão	6,23	851,35	32,32	3.831,04	11,88	1.086,00

Valores de MOR e MOE obtidos em Kg/cm<sup>2</sup> e convertidos para MPa

<sup>1</sup> 16 amostras; <sup>2</sup> 17 amostras; <sup>3</sup> 13 amostras

Observa-se que as madeiras das espécies estudadas mostram valores médios de MOR e MOE que podem ser considerados de resistências elevadas quando comparadas com outras madeiras de espécies tropicais.

Entre as espécies, a madeira de Guajará foi a que apresentou maiores valores médios de MOE e MOR. Segundo GONÇALEZ (1993), resultado como o encontrado para o Guajará já era esperado. Isto porque a espécie apresentou maior densidade básica (DB) associada à configuração anatômica que contribui para o desenvolvimento da maior resistência da madeira, como presença de tilos e gomas nos vasos e raios, além da provável maior percentagem de fibras em relação aos outros elementos anatômicos, comprovado pela maior densidade da madeira da espécie.

A Tabela 5.13 mostra a correlação entre a densidade básica (DB), o módulo de elasticidade (MOE) e o módulo de ruptura (MOR) para as madeiras das três espécies.

Tabela 5.13 - Correlação entre a densidade básica (DB), o módulo de elasticidade (MOE) e o módulo de ruptura (MOR) para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

<b>Madeira</b>		<b>DB</b>	<b>MOE</b>	<b>MOR</b>
<b>Axixá</b>	<b>DB</b>	1		
	<b>MOE</b>	0,40767458	1	
	<b>MOR</b>	0,38609319	0,17264940	1
<b>Guajará</b>	<b>DB</b>	1		
	<b>MOE</b>	0,10764667	1	
	<b>MOR</b>	0,10880002	0,95918420**	1
<b>Taxi</b>	<b>DB</b>	1		
	<b>MOE</b>	0,23328100	1	
	<b>MOR</b>	0,79772935**	0,05354190	1

\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t

Apesar da DB mostrar correlação positiva com o MOE e com o MOR das três madeiras, este só foi significativo para o MOR da madeira de Taxi. O MOE e o MOR para o Guajará também apresentaram correlação significativa positiva. Isto mostra que, apesar das evidências, outros fatores interferem na correlação entre a DB e a propriedades de flexão estática das madeiras destas espécies. A heterogeneidade dos compostos anatômicos e químicos entre indivíduos de uma mesma espécie e o número de indivíduos amostrados podem ajudar a compreender a baixa correlação entre as propriedades dentro de uma mesma espécie.

Com o objetivo de estabelecer uma identificação gráfica de algumas características físicas e mecânicas das madeiras das três espécies estudadas e de proceder-se a comparação com três espécies tradicionais no mercado de madeira, utilizou-se da técnica de “perfil de espécies”, citada por PAZOS (1995), para se elaborar a Figura 5.17. Observa-se um melhor agrupamento do Guajará e do Taxi com as madeiras tradicionais.

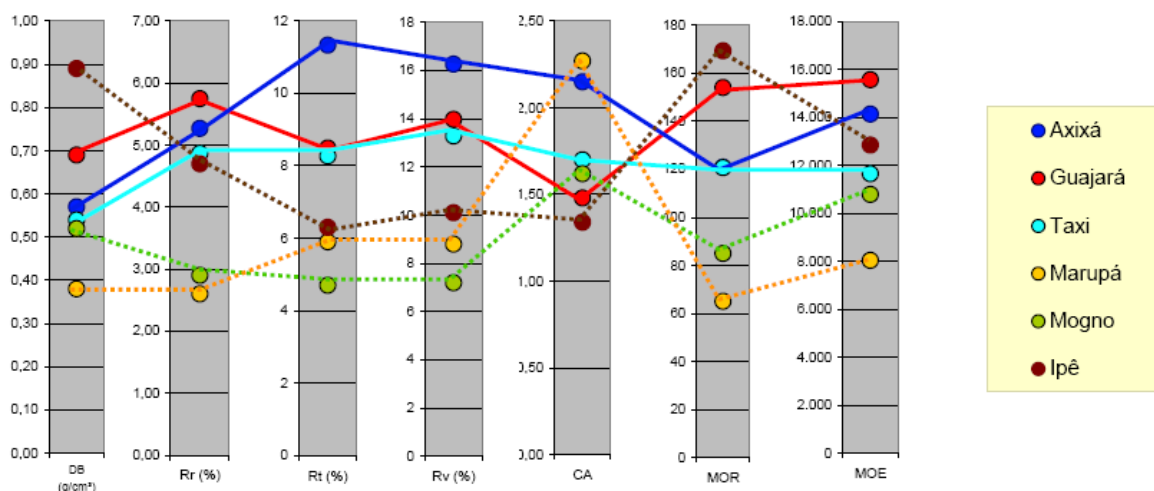


Figura 5.17 - Comparação das madeiras das espécies estudadas com outras três espécies.

Esta Figura comparativa oferece uma idéia do comportamento das madeiras das três espécies estudadas em relação a outras três madeiras bastante comercializadas, apontando, assim, possíveis indicativos de melhor uso, de acordo com as exigências de cada produto final. As madeiras utilizadas para comparação apresentam recomendação de utilização conforme apresentado a seguir.

O Ipê (*Tabebuia serratifolia*) apresenta MOR e MOE considerados elevados, CA baixo e DB elevada, sendo seu uso indicado para marcenaria, construção civil e naval, assoalhos, dormentes, faqueados decorativos, móveis de luxo, objetos torneados, ebanisteria, tacos de assoalhos e cabos de talheres (MELO e CAMARGOS, 2007).

O Mogno (*Swietenia macrophylla*) apresenta MOR e MOE de baixo a médio, DB média, retratibilidades baixas e CA considerado baixo. Esta madeira é indicada para construção de móveis de luxo, compensado, faqueado, construção civil, decoração interna, painéis, régua de cálculos, objetos de adorno, artigos para escritórios, instrumentos científicos de alta precisão, instrumentos musicais, esculturas e artesanato, venezianas, persianas, decorações interiores de navios e embarcações, instrumentos musicais e esquadrias.

A madeira do Marupá (*Simarouba amara*) apresenta DB baixa, retratibilidades baixas e MOR e MOE baixos. Esta madeira é utilizada na confecção de brinquedos, caixotaria, fósforos, molduras, marcenaria em geral, compensados, faqueados e instrumentos musicais.

Analisando as espécies em estudo, considerando as propriedades caracterizadas até esta parte do trabalho, com atenção às retratibilidades, observa-se que a madeira de Axixá poderia ter usos semelhantes aos do Mogno e Marupá, apresentando a vantagem de ter resistência da madeira (MOR e MOE) superiores. O Taxi é uma madeira com usos semelhantes aos do Mogno, inclusive para confecção de móveis mais trabalhados. A madeira de Guajará tem usos semelhantes aos do Ipê, pois apresenta altos valores para MOR e MOE. Seu uso em construção pesada pode ser recomendado.

## 5.6. TÉCNICAS E ENSAIOS TECNOLÓGICOS

### 5.6.1. Análise Colorimétrica

A Tabela 5.14 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos das madeiras das três espécies estudadas e de outras madeiras conhecidas, tomadas como referências: Ipê (*Tabebuia serratifolia*), Mogno (*Swietenia macrophylla*), Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) e Eucalipto (*Eucalyptus grandis*).

Tabela 5.14 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos das três madeiras estudadas e de quatro outras madeiras conhecidas.

Madeira	Parâmetros Colorimétricos				
	L*	a*	b*	C	h*
<b>Axixá<sup>1</sup></b>	<b>42,07</b>	<b>6,47</b>	<b>12,88</b>	<b>14,41</b>	<b>63,32</b>
<b>Guajará<sup>1</sup></b>	<b>38,78</b>	<b>8,08</b>	<b>12,27</b>	<b>14,70</b>	<b>56,60</b>
<b>Taxi<sup>1</sup></b>	<b>46,71</b>	<b>4,58</b>	<b>15,62</b>	<b>16,28</b>	<b>73,66</b>
Ipê <sup>2</sup>	39,00	10,00	16,00	18,90	58,00
Mogno <sup>2</sup>	55,48	19,23	29,41	35,20	56,64
Pau-marfim <sup>2</sup>	84,10	3,30	21,80	22,10	81,40
Eucalipto <sup>2</sup>	63,62	11,90	17,43	21,12	55,74

<sup>1</sup> 75 repetições da face T e 75 da face R, totalizando 150 repetições para cada espécie

<sup>2</sup> Fonte: AUTRAN, 2005.

Os parâmetros colorimétricos (L\*, a\*, b\*, C e h\*) permitem caracterizar de maneira quantitativa e qualitativa a cor de cada madeira. De acordo com a Tabela 5.14, observa-se

que as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi são pouco saturadas, definido pelo baixo valor do parâmetro  $a^*$  (coordenada responsável pela cor vermelha) e do parâmetro  $b^*$  (coordenada responsável pela cor amarela). As madeiras das três espécies apresentam baixa claridade ( $L^*$ ), situando-as próximas de madeiras como o Ipê.

Das madeiras estudadas, há pequena predominância do pigmento vermelho  $a^*$  na madeira do Guajará em relação às demais. Entretanto, o pigmento amarelo dado pela coordenada  $b^*$  exerce forte influência na caracterização da cor do Axixá, do Guajará e do Taxi. A variável  $h^*$ , que determina o ângulo de tinta da madeira, confirma a influência do pigmento amarelo nas madeiras de Axixá e Taxi, colocando-as próximas ao eixo  $b^*$ . Já para o caso do Guajará verifica-se maior proximidade ao eixo  $a^*$ , confirmando maior influência da coloração vermelha na formação da cor desta madeira.

Seguindo a proposta apresentada por CAMARGOS (1999) para classificação da cor de madeiras, considerando os parâmetros colorimétricos do sistema CIELAB 1976, a madeira de Axixá pode ser considerada de cor oliva ( $L^* = 42,07$ ;  $a^* = 6,47$ ;  $b^* = 12,88$ ;  $C = 14,41$  e  $h^* = 63,32$ ). Para esta madeira, o equilíbrio entre as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  é fundamental na formação de sua cor.

A madeira de Guajará é classificada como de cor marrom escuro ( $L^* = 38,78$ ;  $a^* = 8,08$ ;  $b^* = 12,27$ ;  $C = 14,70$  e  $h^* = 56,60$ ). Apesar de também haver uma participação equilibrada entre as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ , a coordenada  $a^*$  tem presença marcante em função do tipo de pigmento (vermelho) que esta representa na formação da cor da madeira.

A madeira de Taxi é de coloração oliva escuro ( $L^* = 46,71$ ;  $a^* = 4,58$ ;  $b^* = 15,62$ ;  $C = 16,28$  e  $h^* = 73,66$ ). A coloração da madeira desta espécie é consequência da mistura entre as duas coordenadas ( $a^*$  e  $b^*$ ). Apesar da presença marcante da pigmentação amarela, ela é influenciada pela pigmentação avermelhada. Um estudo mais detalhado dos extrativos da espécie poderia esclarecer melhor a formação da cor desta madeira.

Os valores de reflectância na região do visível permitiram a caracterização da assinatura espectral das madeiras das três espécies analisadas (Figura 5.18) (Apêndice H, I e J).

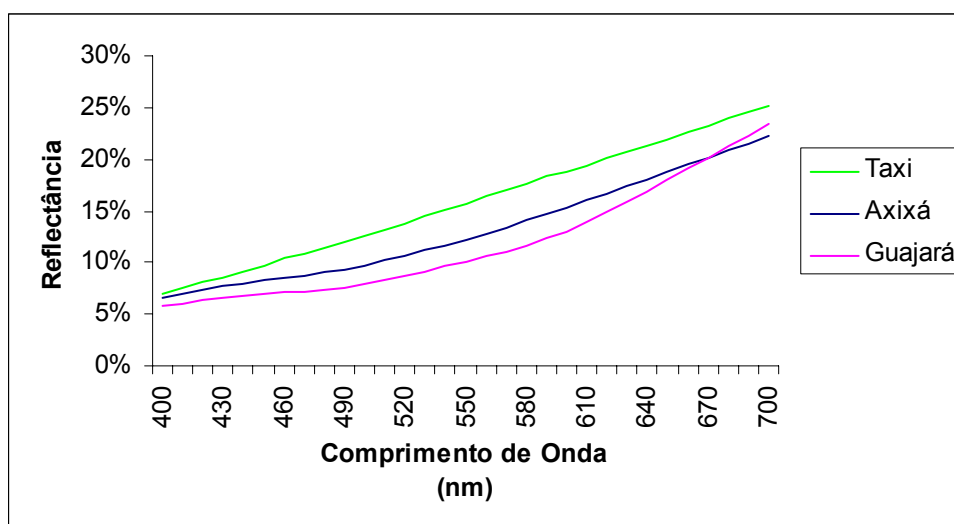


Figura 5.18 - Assinatura espectral na região do visível das madeiras das três espécies estudadas.

Observa-se que cada madeira possui curva espectral característica (assinatura espectral). A madeira do Taxi revela uma participação de sua pigmentação constante e crescente em todo o espectro do visível, superior às outras duas madeiras. No intervalo do comprimento de onda do vermelho (600 a 700 nm), a onda refletida do Guajará caracteriza a sua cor, onde os pigmentos amarelo e vermelho predominam.

A Tabela 5.15 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos para as faces tangencial e radial das madeiras Axixá, Guajará e Taxi.

Tabela 5.15 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos, das faces tangencial e radial, das três madeiras estudadas.

Madeira	Parâmetros Colorimétricos <sup>3</sup>									
	L*		a*		b*		C		h*	
	Face		Face		Face		Face		Face	
	T <sup>4</sup>	R <sup>5</sup>	T	R	T	R	T	R	T	R
Axixá	41,45 <sup>1</sup>	42,69 <sup>2</sup>	6,31 <sup>1</sup>	6,64 <sup>2</sup>	12,59 <sup>1</sup>	13,17 <sup>2</sup>	14,08 <sup>1</sup>	14,75 <sup>2</sup>	63,40 <sup>1</sup>	63,24 <sup>2</sup>
Guajará	38,38 <sup>1</sup>	39,18 <sup>2</sup>	7,80 <sup>1</sup>	8,37 <sup>2</sup>	11,58 <sup>1</sup>	12,97 <sup>2</sup>	13,96 <sup>1</sup>	15,44 <sup>2</sup>	56,04 <sup>1</sup>	57,16 <sup>2</sup>
Taxi	45,82 <sup>1</sup>	47,60 <sup>2</sup>	4,63 <sup>1</sup>	4,53 <sup>2</sup>	15,65 <sup>1</sup>	15,59 <sup>2</sup>	16,33 <sup>1</sup>	16,24 <sup>2</sup>	73,51 <sup>1</sup>	73,81 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>; <sup>2</sup> indicador da diferença entre os tratamentos; <sup>3</sup> 75 repetições por face para cada madeira; <sup>4</sup> T = face tangencial; <sup>5</sup> R = face radial

Valores em uma mesma linha para cada madeira, dentro de cada parâmetro colorimétrico,



seguidos por um mesmo índice numérico, não possuem diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Observa-se distinção significativa das faces tangencial e radial das madeiras de Axixá, Guajará e Taxi, evidenciando-se, na região do visível, uma reflectância superior da face radial em relação à tangencial. As diferenças significativas entre as faces dadas pelos parâmetros colorimétricos caracterizam o “efeito face” para cada madeira. Nesse caso, o sentido de desdobro interfere na coloração da madeira, pois a coloração é estatisticamente diferente para os sentidos tangencial e radial (Figura 5.19, 5.20 e 5.21) (Apêndice H, I e J).

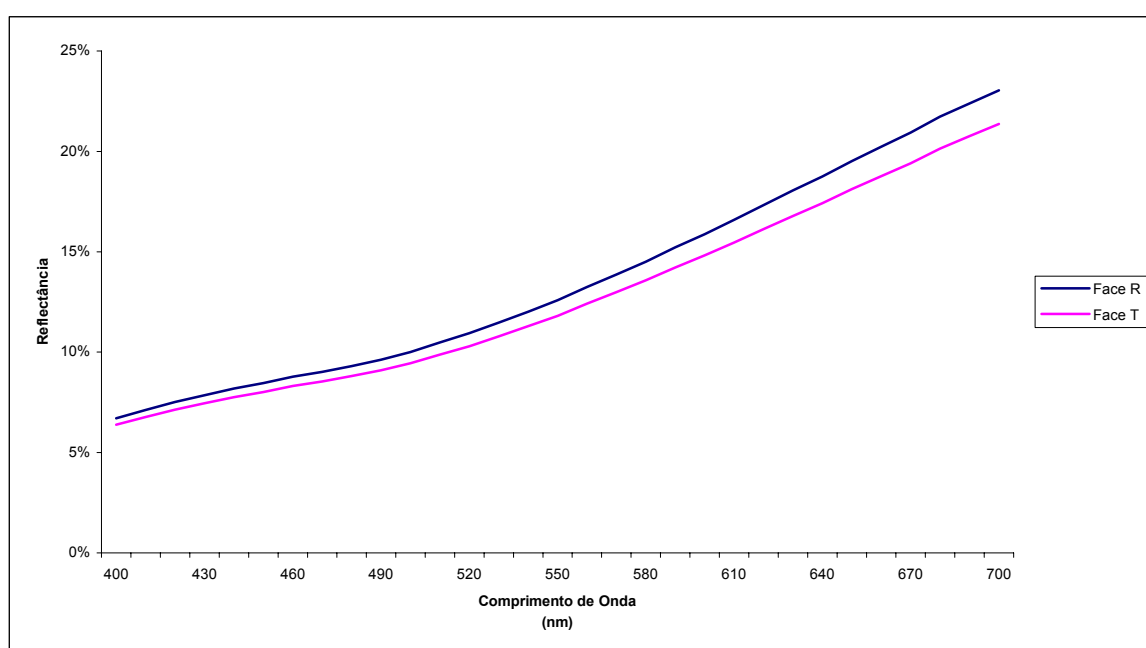


Figura 5.19 - Assinatura espectral na região do visível da média dos valores das faces tangencial e radial da madeira Axixá.

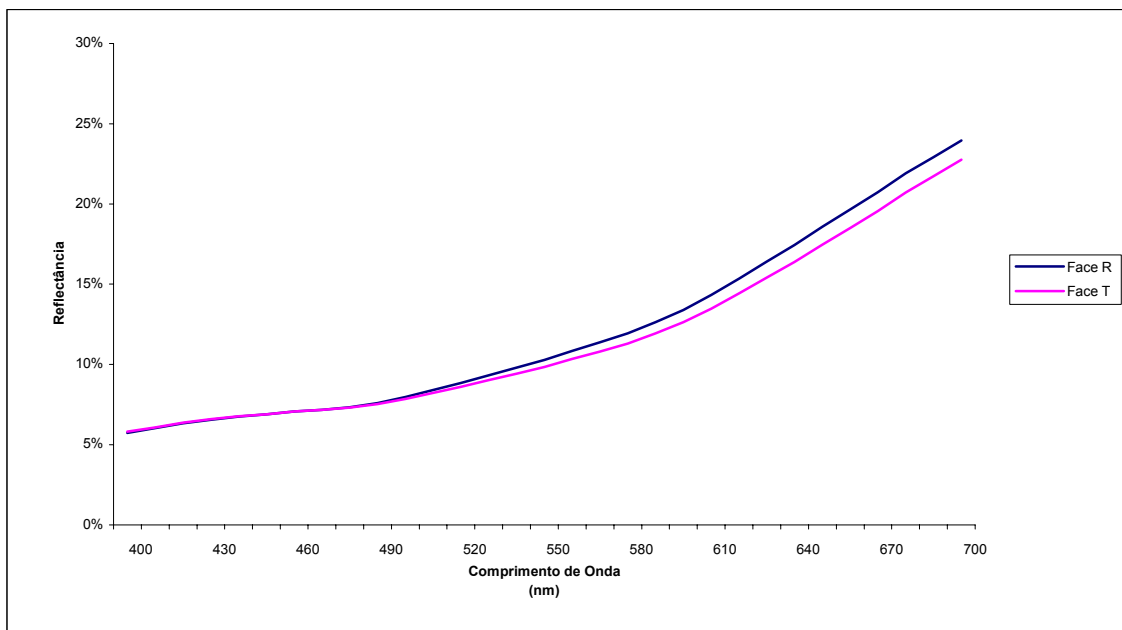


Figura 5.20 - Assinatura espectral na região do visível da média dos valores das faces tangencial e radial da madeira Guajará.

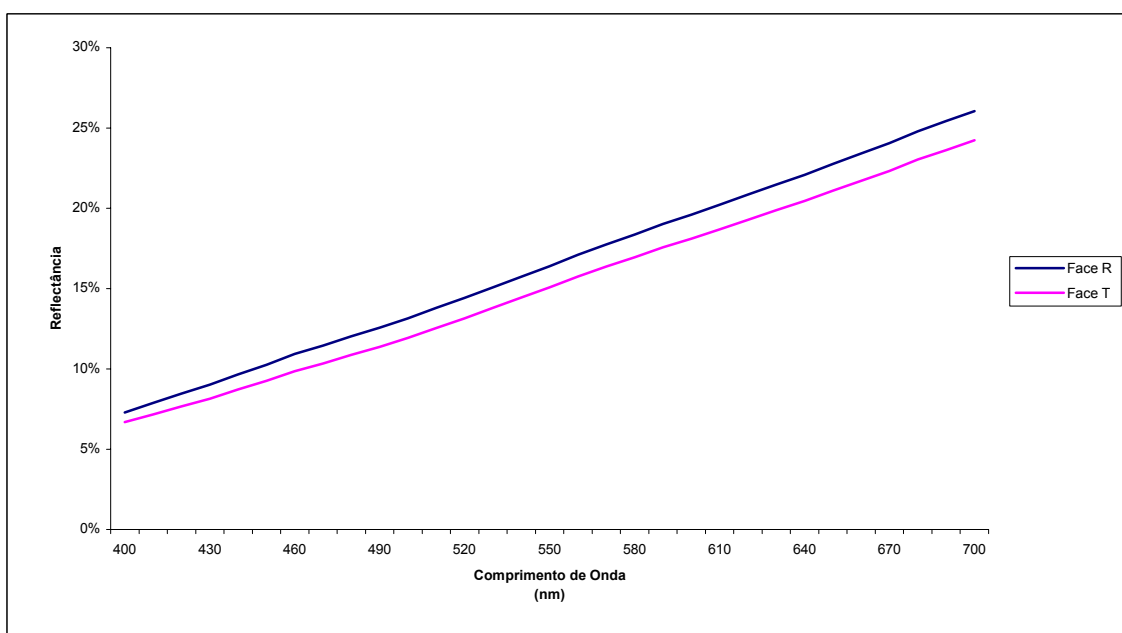


Figura 5.21 - Assinatura espectral na região do visível da média dos valores das faces tangencial e radial da madeira Taxi.

### 5.6.1.1. Influência dos Extrativos

Os extrativos são considerados constituintes secundários. São compostos químicos que não fazem parte da estrutura da parede celular. São solúveis em água ou em solventes

orgânicos neutros e estão presentes principalmente na casca. De baixa massa molecular e somando pequenas quantidades, eles englobam óleos essenciais, resinas, taninos, graxas e pigmentos (KLOCK et al., 2005; ROWE e CONNER, 1979).

Após a retirada dos extrativos das madeiras Axixá, Guajará e Taxi pelo sistema de extração acelerado ASE 200, obteve-se o teor da extração com a utilização do metanol avaliado após a destilação e a liofilização do material (Tabela 5.16).

Tabela 5.16 - Teor médio de extrativos com a utilização do metanol.

Madeira		Serragem da madeira utilizada (g)	Peso seco da serragem da madeira após a extração (g)	Peso seco dos extrativos (g)	Teor de extrativos (%)
Axixá	Média <sup>1</sup>	6,46	5,84	0,0750	1,28%
	Desvio Padrão	0,50	0,46	0,0137	0,13%
Guajará	Média <sup>1</sup>	6,63	5,71	0,3886	6,80%
	Desvio Padrão	0,35	0,31	0,0572	0,91%
Taxi	Média, <sup>1</sup>	4,93	4,50	0,0960	2,13%
	Desvio Padrão	0,64	0,61	0,0153	0,11%

<sup>1</sup> média de três repetições por espécie

A média dos teores de extrativos para o Guajará foi 6,80%, para o Taxi foi 2,13% e para o Axixá foi 1,28%.

Os valores encontram-se no intervalo de percentual de 0,6% (*Pouteri pachycarpa* Pires) a 17,3% (*Vatairea paraensis* Ducke) de extrativos de 36 madeiras de espécies Amazônicas estudadas por SANTANA e OKINO (2007). O solvente utilizado para o estudo foi uma solução de etanol e tolueno.

Estudando o cerne e o alburno de 11 espécies Amazônicas, SUZUKI et al. (2007) realizaram extração com metanol e encontraram percentual de extrativos variando de 1,8% (*Astronium lecointei*) a 9,2% (*Manilkara huberi*) para o alburno e de 3,8% (*Simaruba amara*) a 17,7% (*Hymenaea courbaril*) para o cerne.

PETTERSEN (1984) registra que quantidades menores de materiais, a maioria na forma de extrativos orgânicos e minerais inorgânicos (cinzas) estão também presentes na madeira em proporções entre 4 e 10%.

O teor da extração com a utilização do hexano pode ser avaliado após a destilação e a liofilização do material (Tabela 5.17).

Tabela 5.17 - Teor médio de extrativos com a utilização do hexano.

<b>Madeira</b>		<b>Serragem da madeira utilizada (g)</b>	<b>Peso seco da serragem da madeira após a extração (g)</b>	<b>Peso seco dos extrativos (g)</b>	<b>Teor de extrativos (%)</b>
Axixá	Média <sup>1</sup>	6,12	5,61	0,0076	0,14%
	Desvio Padrão	0,34	0,31	0,0007	0,01%
Guajará	Média <sup>1</sup>	6,46	6,00	0,0208	0,35%
	Desvio Padrão	0,23	0,20	0,0129	0,22%
Taxi	Média <sup>1</sup>	4,88	4,54	0,0107	0,22%
	Desvio Padrão	0,55	0,53	0,0103	0,20%

<sup>1</sup> média de três repetições por madeira

A média dos teores de extrativos para o Guajará foi de 0,35%, para o Taxi foi de 0,22% e para o Axixá foi de 0,14%. A seqüência das madeiras com os quantitativos de extrativos foi a mesma do encontrado utilizando-se o metanol. Entretanto, o quantitativo de extrativos foi menor.

Aparentemente, existe uma disponibilidade maior de compostos apolares nas madeiras estudadas.

Considerando-se a composição química, em geral, os extrativos podem ser divididos em três subgrupos: terpenos e terpenóides, compostos alifáticos (principalmente graxas e ceras) e compostos fenólicos (KLOCK et al., 2005).

A dosagem de fenóis dos extratos obtidos com o metanol foi feita utilizando-se o método de Folin-Ciocalteu. A curva de calibração da absorbância versus a concentração do ácido gálico determinou a concentração de fenóis (Figura 5.22).

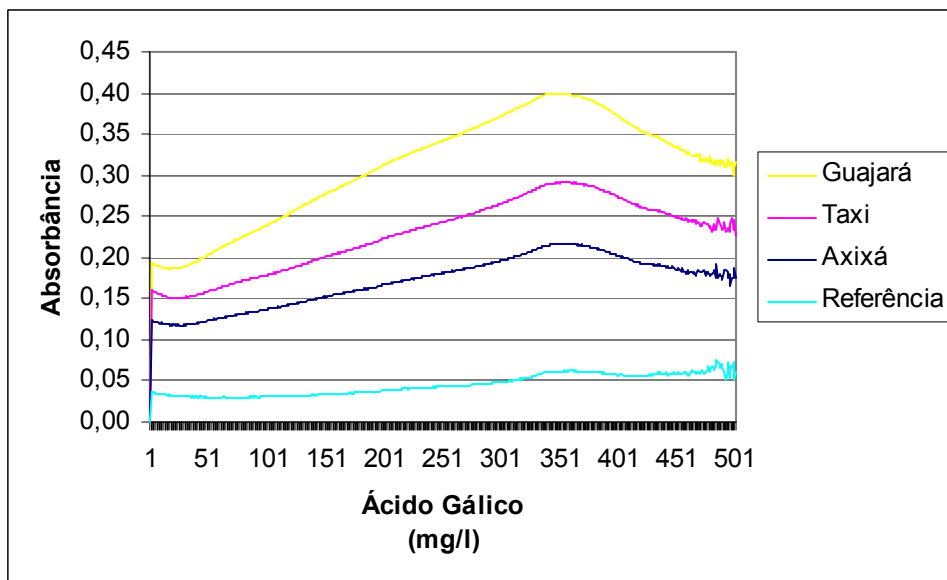


Figura 5.22 - Curva de calibração da absorbância versus a concentração do ácido gálico.

Confirmou-se a presença de fenóis nas três madeiras, com a mesma seqüência de ocorrência de extrativos, sendo a presença mais representativa na madeira de Guajará, seguida pelo Taxi, sendo menos representativa na madeira de Axixá.

A análise das curvas espectrais das soluções analisadas comprovou a distinção dos compostos existentes nas três madeiras estudadas, sugerindo a presença de diferentes tipos de extrativos à base de fenóis (Figura 5.23).

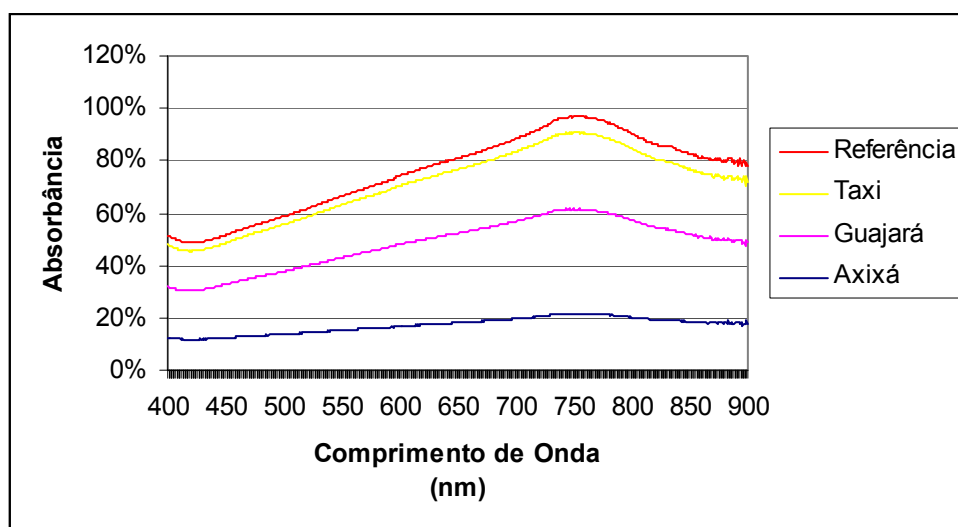


Figura 5.23 - Curva espectral das soluções contendo extrativos das madeiras das três espécies estudadas.

Conforme mencionado na metodologia, produziu-se, por compressão, pastilhas da serragem das madeiras com aproximadamente 1,2 cm de diâmetro utilizando-se a serragem natural (sem extração), serragem após extração com hexano e serragem após extração com metanol (Figura 5.24). Em seguida, determinou-se os parâmetros colorimétricos para cada tipo de amostra das três espécies.

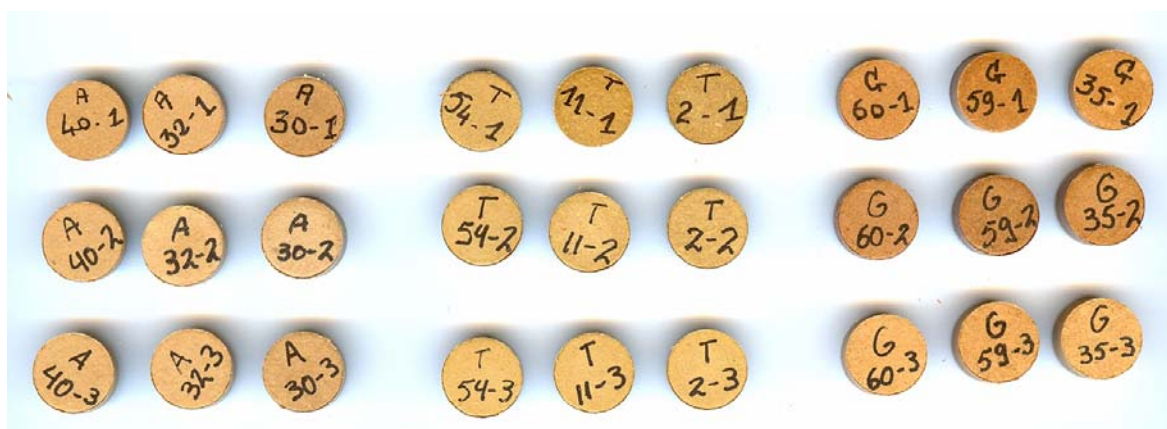


Figura 5.24 - Pastilhas de serragem das madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

A Tabela 5.18 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos das pastilhas das três espécies estudadas.

Tabela 5.18 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos, por tipo de pastilha.

Madeira	Tratamento	Parâmetros Colorimétricos				
		L*	a*	b*	C	h*
Axixá <sup>1</sup>	1 - natural	40,88	5,20	6,62	8,42	51,83
	2 - hexano	42,94	4,67	6,94	8,37	56,05
	3 - metanol	42,72	4,60	6,96	8,34	56,53
Guajará <sup>1</sup>	1 - natural	39,61	6,40	6,80	9,34	46,71
	2 - hexano	39,47	6,10	6,35	8,81	46,13
	3 - metanol	43,12	6,24	8,66	10,67	54,22
Taxi <sup>1</sup>	1 - natural	40,64	4,33	7,59	8,74	60,29
	2 - hexano	41,97	4,10	7,98	8,97	62,82
	3 - metanol	43,16	4,15	8,65	9,60	64,36

<sup>1</sup> média de três repetições por tratamento, dentro de cada madeira

É interessante a comparação desses resultados com os parâmetros colorimétricos das madeiras na forma de amostras maciças (Tabela 5.14). A obviedade das diferenças físicas dos dois materiais – madeira maciça e pastilha da serragem da madeira, não impede o raciocínio sobre a influência dos extrativos na formação da cor das madeiras.

Os valores de reflectância obtidos na região do visível permitiu a caracterização da assinatura espectral característica das pastilhas para cada espécie analisada, inferindo-se a presença de extrativos diferentes para cada espécie, pois as curvas espectrais são próprias de cada material. É pertinente observar, por espécie, a assinatura espectral da madeira e das pastilhas (Figura 5.25, 5.26 e 5.27).

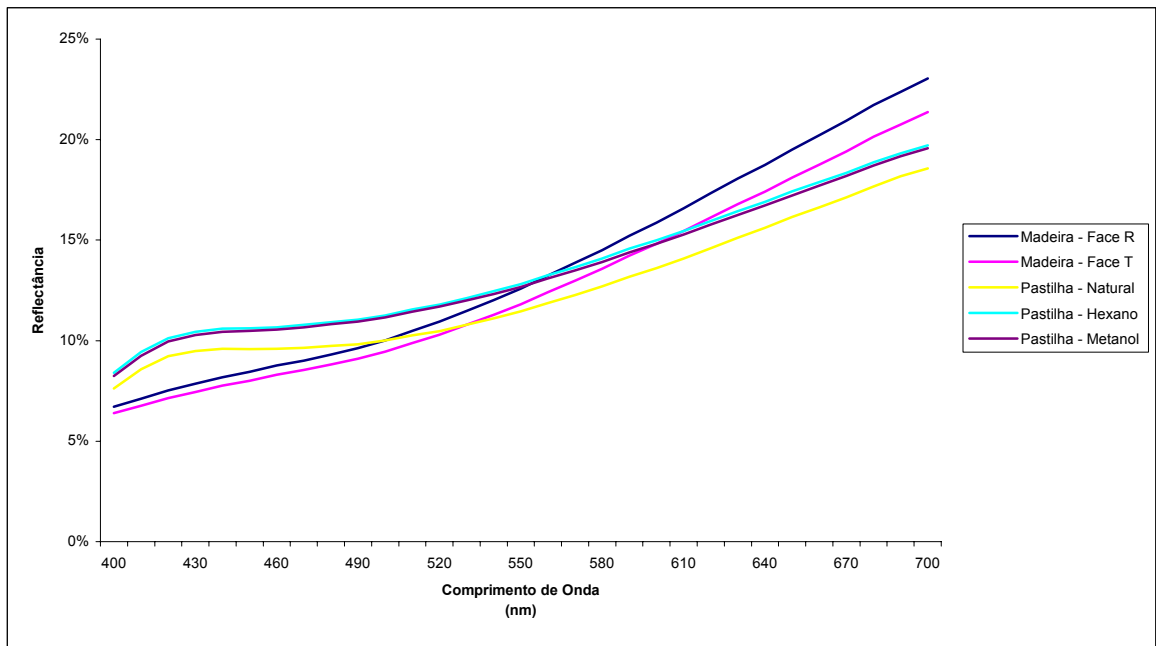


Figura 5.25 - Visualização gráfica da assinatura espectral da madeira e das pastilhas de Axixá.

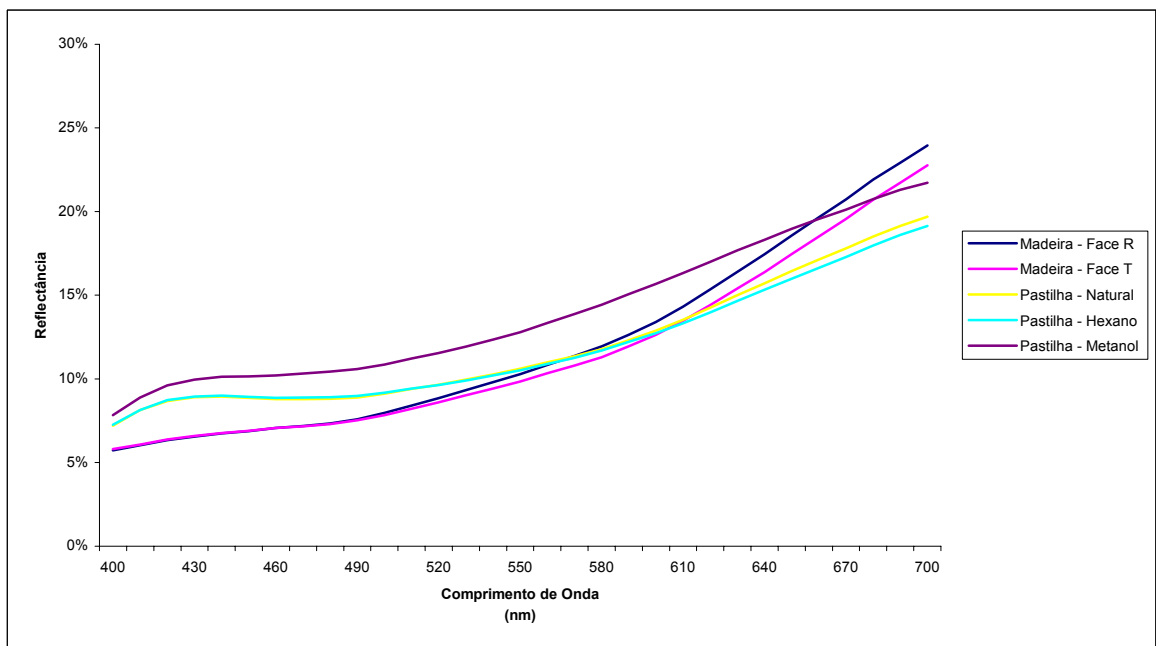


Figura 5.26 - Visualização gráfica da assinatura espectral da madeira e das pastilhas de Guajará.



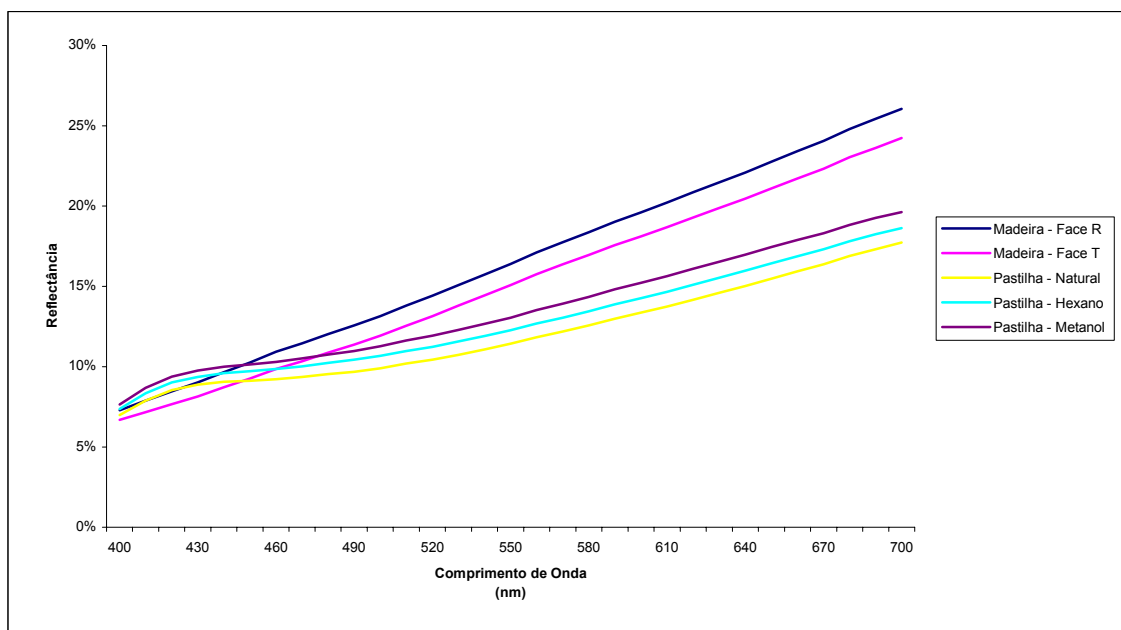


Figura 5.27 - Visualização gráfica da assinatura espectral da madeira e das pastilhas de Taxi.

Visualmente, observa-se um comportamento linear e uma distinção entre as faces tangencial e radial das madeiras Axixá, Guajará e Taxi.

Analisando-se as respostas das pastilhas, as três espécies apresentam um comportamento senoidal suave com valores superiores aos das madeiras na região do azul (400 a 500 nm).

As três espécies apresentam momentos distintos de inversão da pastilha para a madeira na predominância dos valores de reflectância.

O Taxi apresentou essa inversão na região do azul e o Axixá na região do verde. É interessante observar que estas espécies apresentaram resultados colorimétricos aproximados, caracterizando as madeiras sob a influência da coordenada amarela, e demonstraram possuir um menor percentual de extrativos em suas composições. Aparentemente, mesmo em pequenas proporções, esses extrativos apresentam significância no intervalo espectral entre o verde (500 a 600 nm) e o vermelho (600 a 700 nm), região onde ocorre o amarelo (560 a 600 nm).

A região onde as curvas da madeira passaram a predominar sobre as das pastilhas para o Guajará ocorreu no vermelho, evidenciando a influência do extrativo na formação da cor

sob a influência das coordenadas vermelha e amarela para esta madeira. Como o Guajará foi a madeira que apresentou o maior percentual de extrativo, pode-se evidenciar a distinção das curvas das pastilhas formadas com os dois solventes utilizados, hexano e metanol.

A desagregação física das madeiras para pastilhas de serragem aparentemente influenciou a resposta espectral, já que não se observou padrão das respostas entre as pastilhas de cada espécie estudada. Entretanto, o pequeno número de amostras estudado e o reduzido controle do experimento não permitem apresentar afirmações conclusivas sobre o tema.

Utilizando-se as médias dos dados dos três corpos de prova empregados para os estudos colorimétricos, para cada espécie, fez-se a correlação entre a densidade básica (DB), a retratibilidade (Rt, Rr e Rv), a flexão estática (MOE e MOR), os parâmetros colorimétrico da madeira (L\*, a\* e b\*) e o teor de extrativos com o uso do solvente metanol. Os resultados não foram significativos. A baixa significância pode ter sido resultante do pequeno grau de liberdade considerado (Apêndice K).

#### **5.6.1.2. Fotodegradação**

A Tabela 5.19 apresenta os valores médios dos parâmetros colorimétricos das madeiras das três espécies estudadas, nos diferentes tempos de exposição à radiação ultravioleta (fotodegradação).

Tabela 5.19 - Valores médios dos parâmetros colorimétricos nos diferentes tempos de exposição à radiação ultravioleta.

Madeira	Tempo de Exposição (horas)	Parâmetros Colorimétricos		
		L*	a*	b*
Axixá <sup>1</sup>	0	56,92	9,16	19,41
	50	56,46	6,55	21,13
	270	60,02	7,71	21,52
	500	59,64	7,65	19,75
Guajará <sup>1</sup>	0	52,62	15,48	23,65
	50	48,53	9,86	19,88
	270	52,98	8,49	21,63
	500	52,90	8,39	21,76
Taxi <sup>1</sup>	0	62,18	7,92	26,92
	50	58,84	6,83	25,55
	270	60,10	7,34	25,84
	500	62,20	7,96	25,52

<sup>1</sup> 3 repetições da face tangencial por madeira

As cores naturais das madeiras antes da incidência da radiação UV correspondem ao tempo 0 de exposição.

Os ensaios de fotodegradação acarretaram alteração das cores das três madeiras estudadas. A análise do tempo de exposição aos raios UV, combinado com os valores de L\*, permite confirmar a influência do UV na cor da madeira (Figura 5.28).

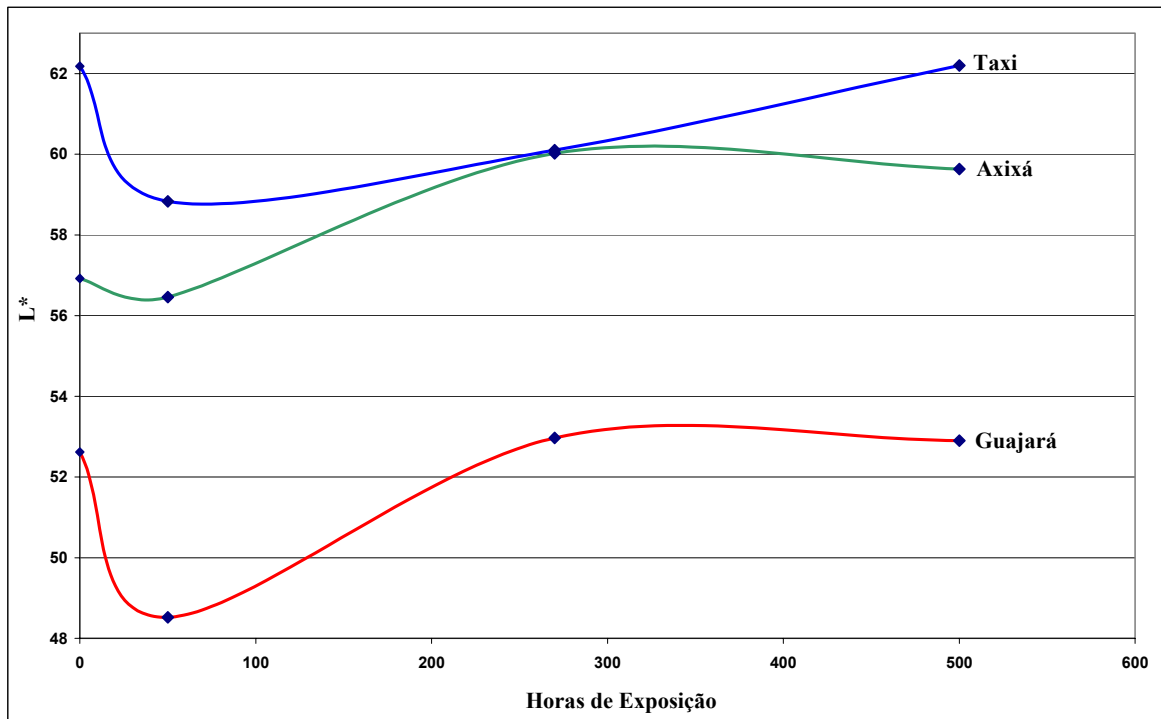


Figura 5.28 - Luminosidade pelo tempo de exposição aos raios ultravioleta para as madeiras de três espécies estudadas.

Observou-se que as madeiras das três espécies apresentaram decréscimo nos valores de luminosidade ou escurecimento nas 50 primeiras horas de exposição, acompanhado também de diminuição da coordenada  $a^*$ , responsável pela cor vermelha.

O intervalo de exposição de 50 a 270 horas demonstrou o clareamento das três madeiras, sendo que o Guajará retornou ao valor natural de  $L^*$  (0 hora) e praticamente ficou estabilizado até as 500 horas.

Estudos feitos com madeiras de clima tropical relatam esse comportamento (SILVA et al., 2007). O escurecimento inicial é atribuído à formação de compostos quinoidais em função, sobretudo, da degradação da lignina pela radiação UV na presença de oxigênio (Hon, 2001, citado por SILVA et al., 2007).

O Axixá apresentou clareamento acentuado até as 270 horas, com valor de  $L^*$  muito superior ao inicial. A partir das 270 horas, o Axixá apresentou pequeno escurecimento até as 500 horas de exposição.

A madeira do Taxi diferenciou-se das demais, apresentando a partir das 50 horas de exposição um acréscimo quase linear da luminosidade até as 500 horas. O valor do L\* final foi o mesmo registrado no início do experimento.

PASTORE (2004), estudando quatro madeiras tropicais expostas à radiação UV, demonstrou a tendência da variação da luminosidade apresentar valores menores com o aumento do teor de extrativos.

Estudo da espécie *Apuleia leiocarpa* (Garaperia) indicou que a presença de extrativos e a direção do corte interferem no processo de fotodegradação da madeira e na conseqüente alteração de cor. As madeiras com corte radial sem extrativo degradaram-se mais rapidamente. Analisando-se os espectros de infravermelho observou-se que as amostras com extrativos decompuseram a lignina em menor intensidade. Sugere-se que os extrativos possam estar agindo como antioxidantes (BARRETO e PASTORE, 2008).

Entretanto, o cálculo do  $\Delta E^*$  é que fornece a variação total da coloração nos diferentes momentos de exposição aos raios UV (DEGLISE e MERLIN, 2001) (Tabela 5.20).

Tabela 5.20 - Variação das coordenadas colorimétricas após a exposição aos raios ultravioleta.

Variação das Coordenadas Colorimétricas	Madeira	Intervalo de Exposição (horas)		
		0 a 50	0 a 270	0 a 500
$\Delta L^*$	Axixá	-0,46	3,10	2,72
	Guajará	-4,10	0,35	0,28
	Taxi	-3,34	-2,08	0,02
$\Delta a^*$	Axixá	-2,62	-1,46	-1,51
	Guajará	-5,61	-6,99	-7,09
	Taxi	-1,09	-0,58	0,04
$\Delta b^*$	Axixá	1,71	2,11	0,34
	Guajará	-3,77	-2,02	-1,89
	Taxi	-1,37	-1,08	-1,40
$\Delta E^*$	Axixá	5,00	8,10	4,89
	Guajará	31,24	26,53	26,94
	Taxi	7,12	2,90	0,98

O Guajará apresentou valor de  $\Delta E^*$  bastante elevado para os três intervalos de exposição analisados. O intervalo até 50 horas de exposição apresentou o maior valor ( $\Delta E^* = 31,24$ ). Os fatores que mais contribuíram para esses valores elevados foram os valores iniciais das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ .

Comparativamente, as outras duas madeiras estudadas apresentaram maior variação da cor em diferentes intervalos de exposição aos raios UV. O Taxi apresentou  $\Delta E^* = 7,12$  no intervalo de 0 a 50 horas e para o Axixá o intervalo de 0 a 270 horas teve  $\Delta E^* = 8,10$ .

Os valores da coordenada  $\Delta a^*$  para a madeira do Guajará decresceram gradativamente durante o tratamento de intemperismo simulado, o que significa diminuição da concentração de compostos cromóforos de cor vermelha. Após 500 horas, o Axixá ( $\Delta a^* = -1,51$ ) e o Taxi ( $\Delta a^* = 0,04$ ) sofreram as menores variações, apresentando, assim, maior estabilidade em relação ao vermelho.

A madeira do Guajará apresentou diminuição acentuada dos valores de  $\Delta b^*$  no intervalo de 0 a 50 horas, com aumento progressivo nos intervalos até 270 e 500 horas.

PASTORE (2004) afirma que madeiras submetidas somente à irradiação UV intensificam continuamente a cor amarela.

### 5.6.2. Ensaio com Utilização de Ultra-som

Primeiramente, determinaram-se as velocidades de propagação das ondas ultra-sonoras (ultra-som) (Tabela 5.21).

Tabela 5.21 - Velocidade de propagação das ondas ultra-sonoras.

Madeira	$V_{LL}$ (m/s)			
	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Axixá <sup>1</sup>	5.296,60	5.122,95	5.420,05	76,64
Guajará <sup>2</sup>	4.971,11	4.791,57	5.170,63	118,42
Taxi <sup>3</sup>	5.400,22	5.235,60	5.530,37	81,99

<sup>1</sup> 16 amostras; <sup>2</sup> 17 amostras; <sup>3</sup> 13 amostras

Usualmente, as madeiras apresentam diferenças das ondas ultra-sonoras segundo as direções da madeira. Estas diferenças podem ser explicadas pelas características microestruturais e a composição química do material, além de uma série de outros fatores (PELIZAN, 2004).

Na direção longitudinal, as células da madeira (principalmente as fibras e os vasos) são as principais responsáveis pela condução dos sinais ultra-sonoros. Esses sinais encontram, ao longo das fibras e dos vasos, condições favoráveis de propagação (as microfibrilas de celulose são mais alinhadas, traduzindo-se em um amortecimento das ondas mais suave), ou seja segue orientação da grã, resultando em velocidades mais elevadas GONÇALEZ et al. (2001b).

GONÇALEZ et al. (2001b) acreditam que um modelo global pode ser adotado para mostrar a velocidade de propagação dos ultra-sons, segundo as principais direções naturais das madeiras (Figura 5.29).

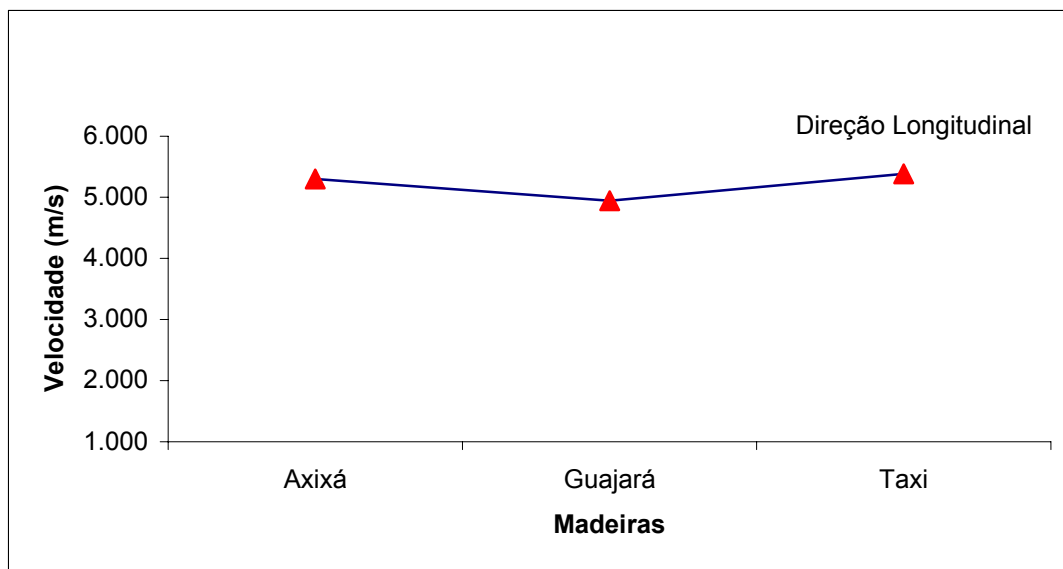


Figura 5.29 - Proposta de modelo global da velocidade de propagação dos ultra-sons nas direções naturais das madeiras estudadas.

A Tabela 5.22 mostra os valores da constante dinâmica  $C_{LL}$  para as madeiras estudadas.

Tabela 5.22 - Valores médios da constante dinâmica  $C_{LL}$  encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

Madeira	$C_{LL}$ (MPa)			
	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Axixá <sup>1</sup>	20.163,00	18.599,00	21.248,00	780,54
Guajará <sup>2</sup>	20.850,00	16.864,00	22.172,00	1.231,86
Taxi <sup>3</sup>	20.975,00	19.358,00	22.903,00	834,82

<sup>1</sup> 16 amostras; <sup>2</sup> 17 amostras; <sup>3</sup> 13 amostras

Verifica-se que as madeiras estudadas apresentam valores de  $C_{LL}$  bem próximos. Isso já era previsto, uma vez que a densidade básica destas madeiras também não mostrou



discrepância entre os seus valores.

BARTHOLOMEU (2001), estudando a espécie *Pinus elliottii*, encontrou valores de  $C_{LL}$  42% superiores do que o módulo de elasticidade à flexão.

Os valores médios do MOE estático e da  $C_{LL}$  dinâmica podem ser comparados na Tabela 5.23.

Tabela 5.23 - Valores médios de MOE estático e  $C_{LL}$  dinâmico para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

	Madeira					
	Axixá <sup>1</sup>		Guajará <sup>2</sup>		Taxi <sup>3</sup>	
	MOE	$C_{LL}$	MOE	$C_{LL}$	MOE	$C_{LL}$
	estático	(dinâmico)	estático	(dinâmico)	estático	(dinâmico)
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Média	14.138,58	20.163,31	15.568,87	20.850,33	11.650,21	20.974,69
Mínimo	12.233,30	18.599,40	12.273,68	16.863,98	9.761,59	19.357,84
Máximo	15.314,42	21.248,30	29.769,44	22.172,31	13.765,71	22.902,65
Desvio Padrão	851,35	780,54	3.831,04	1.231,86	1.086,00	834,82

<sup>1</sup> 16 amostras; <sup>2</sup> 17 amostras; <sup>3</sup> 13 amostras

Os valores encontrados de  $C_{LL}$  são superiores aos do MOE nas seguintes proporções: 42,61% para Axixá, 33,92 para Guajará e 80,04 para Taxi. É pertinente lembrar que neste estudo não foi utilizado o coeficiente de Poisson para correção dos valores obtidos de  $C_{LL}$ . A natureza viscoelástica da madeira pode ser a principal responsável pelos valores superiores do  $C_{LL}$  dinâmico. Os valores encontrados para o Axixá e Guajará estão em conformidade com a bibliografia.

O valor médio da constante dinâmica  $C_{LL}$ , obtida no trabalho de PUCCINI (2002) para o *Pinus taeda* L., foi superior ao módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras. O autor indica que a  $C_{LL}$  é sempre maior do que o módulo de elasticidade, chegando muito próximo à desse, quando se utiliza para o cálculo de  $C_{LL}$  a expressão completa de cálculo, com a correção do coeficiente de Poisson.

Os valores da constante dinâmica  $C_{LL}$ , obtidos com uso do método do ultra-som, são

superiores àqueles dos ensaios convencionais destrutivos de compressão para a madeira adulta e para a madeira juvenil, sendo que independente da técnica utilizada, o valor da madeira juvenil é maior que o valor da madeira adulta (STANGERLIN et al., 2008).

BALLARIN e NOGUEIRA (2005) consideram que a natureza viscoelástica da madeira é a responsável por valores das constantes dinâmicas de *Pinus taeda* 36% superiores aos correspondentes módulos de elasticidade estáticos.

SPYCHER et al. (2008) evidenciaram que a estrutura da madeira e o tamanho das células influenciam os valores de algumas propriedades calculadas por meio da avaliação por ressonância.

OUIS (2002) analisou as razões para a dependência de frequência do módulo de elasticidade estático da madeira. Levou em consideração diversas publicações que demonstram que o valor do MOE depende da frequência na qual será avaliado. A principal conclusão extraída da teoria, também apoiada por experimentos, é que o módulo dinâmico é uma função crescente da frequência, sendo que o valor estático corresponde ao menor valor possível tomado pelo MOE dinâmico.

Os valores de correlação entre  $C_{LL}$  e MOR são apresentados na Tabela 5.24.

Tabela 5.24 - Correlação entre  $C_{LL}$  e MOR para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

<b>Madeira</b>		<b><math>C_{LL}</math></b>	<b>MOR</b>
<b>Axixá</b>	<b><math>C_{LL}</math></b>	1	
	<b>MOR</b>	0,52800*	1
<b>Guajará</b>	<b><math>C_{LL}</math></b>	1	
	<b>MOR</b>	0,06928	1
<b>Taxi</b>	<b><math>C_{LL}</math></b>	1	
	<b>MOR</b>	0,23066	1

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t

O MOR da madeira de Axixá mostrou correlação significativa com a  $C_{LL}$ . Entre as outras madeiras essa correlação não foi significativa.

De acordo com FALK et al. (1990), altas correlações têm sido observadas entre o módulo de elasticidade obtido a partir das técnicas de ondas ultra-sônicas e o encontrado no ensaio de flexão estática; sendo mais difícil de se relacionar o módulo de ruptura ao módulo de elasticidade obtido a partir da técnica. Como os defeitos na madeira afetam a inclinação das fibras, qualquer método que seja sensível a isso terá alto potencial para determinar a resistência da madeira.

### 5.6.3. Técnicas Microscópicas

Assinala-se que estas técnicas estão sendo apresentadas neste trabalho como opção de determinar-se a densidade básica e a retratibilidade da madeira, com a necessidade de coleta de menor quantitativo de material no campo para pesquisa.

As densidades básicas ou infradensidade (nomenclatura adotada com frequência nas universidades francesas) obtidas nos ensaios realizados na ENGREF são apresentadas na Tabela 5.25.

Tabela 5.25 - Valores de densidade básica encontrados para as madeira de Axixá, Guajará e Taxi.

Repetição	Madeira		
	Axixá (g/cm <sup>3</sup> )	Guajará (g/cm <sup>3</sup> )	Taxi (g/cm <sup>3</sup> )
1	0,65	0,65	0,56
3	0,64	0,65	0,58
5	0,67	0,66	0,56
Média	0,65	0,65	0,57

Obtiveram-se os valores de retratibilidade destas mesmas amostras, utilizando-se a norma AFNOR (Association Française de Normalisation) (Tabela 5.26).

Tabela 5.26 - Valores de retratibilidade encontrados para as madeiras de Axixá, Guajará e Taxi.

Retratibilidade		Madeira		
		Axixá (%)	Guajará (%)	Taxi (%)
Tangencial	Repetição 1	11,38	8,17	10,74
	Repetição 2	11,10	7,75	11,25
	Repetição 3	11,15	8,03	10,92
	Média	11,21	7,98	10,97
Radial	Repetição 1	5,28	4,17	5,28
	Repetição 2	5,62	4,96	4,41
	Repetição 3	5,56	4,44	5,26
	Média	5,49	4,52	4,98
Longitudinal	Repetição 1	0,50	0,50	0,30
	Repetição 2	0,31	0,42	0,20
	Repetição 3	0,42	0,36	0,34
	Média	0,41	0,43	0,28
Coeficiente de Anisotropia		2,04	1,76	2,20

As diferenças de valores encontradas nos ensaios realizados na ENGREF em relação aos ensaios realizados no LPF com a norma COPANT (Tabela 5.9 e 5.10) deveram-se, provavelmente, ao reduzido número de amostras utilizadas na ENGREF, onde o objetivo do trabalho era testar a metodologia, e à diferença das normas utilizadas.

Utilizando-se três corpos de prova para cada madeira, gerou-se 16 sub-unidades de estudo, totalizando 48 sub-unidades por madeira para utilização do *software* MeshPore e cálculo de retratibilidade ao nível celular, técnica denominada de cálculo da micro-retratibilidade ( $\mu R$ ) (Tabela 5.27).

Tabela 5.27 - Valores de micro-retratibilidade ( $\mu R$ ) tangencial e radial obtidos com a utilização do programa de computador MeshPore.

Retratibilidade		Madeira		
		Axixá <sup>1</sup> (%)	Guajará <sup>2</sup> (%)	Taxi <sup>3</sup> (%)
Tangencial	Média	8,75	5,31	5,63
	Mínima	3,87	4,66	3,43
	Máxima	11,22	5,78	8,51
	Desvio Padrão	2,36	0,47	1,20
Radial	Média	6,59	2,65	2,79
	Mínima	2,68	2,23	1,53
	Máxima	8,82	3,13	4,67
	Desvio Padrão	1,75	0,34	0,90
Coeficiente de Anisotropia		1,33	2,00	2,01

<sup>1</sup> 10 sub-unidades de 3 amostras; <sup>2</sup> 5 sub-unidades de 3 amostras; <sup>3</sup> 15 sub-unidades de 3 amostras

As diferenças de valores encontradas entre os ensaios de  $\mu R$  e os ensaios realizados segundo as normas AFNOR e COPANT, na ENGREF e no LPF, podem ter ocorrido devido ao reduzido número de amostras utilizadas. Também, em razão de utilizarem-se técnicas diferentes, dever-se-ia avaliar a utilização de fator de correção para comparação de resultados, como relatado no trabalho de PUCCINI (2002) sobre a utilização de técnicas de ultra-som para o cálculo da constante dinâmica  $C_{LL}$  e comparação com o MOE estático.

Outro aspecto a ser considerado é a especificidade do ensaio de  $\mu R$ , onde as áreas amostradas são muito reduzidas e caracterizam áreas amostrais específicas da madeira.

Realizando predições de retratibilidade a partir de padrões anatômicos de madeiras de carvalho, BADEL e PERRÉ (2007) encontraram precisão de previsão de 5% na direção tangencial e de 20% na direção radial. Consideraram que as limitações do desempenho podem estar associadas às características microscópicas especiais, como a presença de tensão na madeira ou a presença de zonas de fibras muito densas.

A utilização da técnica de micro-retratibilidade parte do princípio de que se dispõe de corpos de prova apropriados e um bom *software* de aquisição e tratamento de imagens.

Entretanto, o *software* MeshPore utilizado apresenta algumas limitações quanto à resolução e cor das imagens utilizadas, prejudicando a nitidez e a qualidade, interferindo assim com a visualização das estruturas a serem medidas e a precisão das medições.

Encontram-se disponíveis *softwares* e *hardwares* que suprem as limitações acima mencionadas e são de fácil acessibilidade. Recomenda-se, assim, a utilização de ferramentas que permitam a aquisição e manipulação de imagens com resoluções compatíveis com o nível de precisão apropriado – superior a 150 pixels/polegada, bem como imagens utilizando padrões de cor RGB com profundidade de 24 bits.

Para a melhor portabilidade entre *softwares*, é desejável também que o *software* utilizado permita a utilização de imagens em outros formatos como, por exemplo, JPG, GIF, PNG, TIF, TIFF e PSD.

A ferramenta de *software* deverá também possibilitar a visualização simultânea das imagens analisadas, permitindo que a manipulação espacial de uma reflita-se automaticamente na segunda.

Outra limitação do programa é a falta de integração com banco de dados, que poderiam agregar e integrar as informações. É desejável que o *software* permita armazenar os dados resultantes dos processamentos em uma base de dados. Isso possibilitaria a recuperação das informações, geração de relatórios e o cruzamento de dados em forma de tabelas.

A interface do *software* deve ser intuitiva, facultando assim reduzir tempo de treinamento, agilizar as tarefas, reduzir números de comandos e cliques de telas, e melhor ergonomia.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo “Madeiras tropicais com potencial comercial da região do Rio Xingu (Pará, Brasil): propriedades tecnológicas e cadeia produtiva” examinou aspectos importantes da atividade florestal, inclusive a produção, o desempenho e a utilização de espécies madeireiras pouco conhecidas. Foi possível concluir que o aproveitamento madeireiro concentra-se em reduzido número de espécies e que há, atualmente, expressiva diminuição da presença de empresas madeireiras na região de Altamira (PA), com conseqüente queda da produção.

Torna-se imprescindível a busca de alternativas, para que as indústrias da região sejam sustentáveis no tocante à matéria-prima. O planejamento a longo prazo deve ser priorizado e o uso consorciado das espécies estudadas com outras já conhecidas no mercado poderá viabilizar, com maior rapidez, a utilização de espécies menos conhecidas.

A adoção de técnicas relativamente simples para o estudo e o processamento de espécies pouco conhecidas pode reverter essa situação, permitindo seu aproveitamento sustentável.

As caracterizações tecnológicas realizadas neste estudo confirmam que as madeiras do Axixá, do Guajará e do Taxi efetivamente permitem o aproveitamento comercial pela indústria madeireira. O uso destas madeiras no segmento moveleiro, além de agregar valor, oferecerá opções de usos para o mercado, aliviando as pressões de demanda, nacionais e internacionais, sobre madeiras nobres, muitas das quais sob ameaça e incluídas na lista da CITES.

A madeira do Axixá, de coloração oliva e densidade básica média, além de sua indicação para uso na indústria moveleira, pode ser utilizada para embalagens leves e caixotaria em geral.

A madeira de Guajará, de textura anatômica fina e de coloração marrom escuro, propriedades altamente favoráveis para indústria moveleira brasileira, também pode ser usada para cabo de ferramentas e utensílios, carroceria em geral, embalagens pesadas (caixotaria em geral), embarcações (canoa, convés, defesa, quilha e casco de barco), esquadria (janela, porta maciça, caixilho, portal, escada, alizar e rodapé), estrutura de

cobertura (viga, caibro e ripa), piso residencial (tábua corrida e taco) e revestimento em geral (forro, lambri e parede interna).

A madeira do Taxi, de coloração oliva escuro e de textura anatômica média, recomendada para uso na indústria moveleira, pode também ser utilizada para cabo de ferramentas e utensílios, embarcações (canoa) e revestimento em geral (forro e lambri).

A utilização de técnicas para conhecimento da cor da madeira mostrou-se como de aplicação simples e que pode ser empregada desde o desdobro da tora, passando pela secagem, armazenamento, transporte, até seu aproveitamento final, com possibilidade de agregação de valor ao material e ao produto final.

Ficou evidente a importância do estudo dos extrativos das madeiras tropicais na formação da cor das madeiras e comprovaram-se as vantagens do processo de extração acelerado na utilização de pequena quantidade de amostra e de solvente, bem como no fator velocidade do sistema de automação da extração. Tendo em vista essa constatação, recomenda-se a realização de análises químicas dos componentes das madeiras.

Comprovou-se a elevada potencialidade da utilização da assinatura (curva) espectral das madeiras, como metodologia adicional de identificação rápida e precisa.

A utilização das técnicas não-destrutivas possibilita a manutenção do material pesquisado ou a coleta de quantitativo reduzido de amostras para obtenção das informações necessárias ao uso comercial de uma espécie. Deve-se aprofundar os estudos sobre as técnicas não-destrutivas, em especial os ensaios em escala microscópica.

Recomenda-se o aperfeiçoamento do programa de computador Meshpore ou o desenvolvimento de outro com melhor portabilidade entre *softwares*, melhor visualização das imagens analisadas, melhor manipulação espacial, integração com banco de dados e com interface mais intuitiva.

A técnica A'WOT mostrou-se simples e eficiente para ser utilizada como ferramenta de planejamento básico para qualquer iniciativa na área florestal e socioambiental.



O estudo evidencia ser o Manejo Florestal Sustentável (MFS) e o ordenamento territorial instrumentos adequados de gestão florestal para a região estudada.

Ausência de títulos das áreas de produção, acesso itinerante e exploração predatória, e sistema de controle e monitoramento ineficaz são os principais pontos fracos que prejudicam a gestão florestal.

A principal oportunidade e a mais relevante ameaça à gestão florestal são a criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais e políticas governamentais instáveis e burocracia governamental, respectivamente.

O desenvolvimento tecnológico insuficiente é a questão de maior peso na explicação dos fatores determinantes da gestão florestal.

A oferta de produto diferenciado com maior valor agregado e a ampliação do número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro são essenciais na compreensão dos fatores que influenciam a gestão florestal.

A aplicabilidade da técnica A'WOT comprova-se como ferramenta de planejamento florestal, evidenciando-se a importância do desenvolvimento de ações para introdução de novas espécies no mercado conjugadas com outras iniciativas de dimensões econômica, técnica e política.

O reordenamento da cadeia produtiva florestal na região de Altamira poderá ser encaminhado pelos atores envolvidos, adotando-se medidas como a promoção da organização de órgão florestal em nível municipal; a instituição de conselho consultivo florestal com a participação de agricultores, pecuaristas, madeireiros, órgãos governamentais, ONGs sociais e ambientalistas, pesquisadores e quem mais queira contribuir com o desenvolvimento florestal sustentável da região; a busca de regularização fundiária da região; a promoção da implantação de Florestas Municipais; o incentivo ao plantio florestal em propriedades privadas; a implantação de pólo regional para processamento industrial de produtos florestais; a adoção do ensino de técnicas florestais na rede de escolas do município; o estabelecimento de parcerias com instituições como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e os órgãos do

chamado “Sistema S”, do setor industrial; a avaliação da oferta de produto madeireiro diferenciado com maior valor agregado; e o desenvolvimento de estudos técnicos de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro.

Recomenda-se que pesquisas sejam desenvolvidas de forma integrada entre instituições nacionais e internacionais, com experiência em estudo de madeiras tropicais, que disponham de novas tecnologias que possam ser adaptadas às condições amazônicas e que permitam a transferência e o intercâmbio de conhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUA, energia e desenvolvimento: o caso Belo Monte. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/26383.doc>>. Acesso em: 05 maio 2005. Autor desconhecido.

AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.; ABUNDIZ-BONILLA, L.; BARAJAS-MORALES, J. Comparación de la gravedad específica y características anatómicas de la madera de dos comunidades vegetales em México. **Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica**, Universidad Nacional Autónoma de México, v. 72, n. 2, p. 171-185. 2001.

ALONSO, S.; CASTRO, E. **The process of transformation of rural areas into urban areas in Altamira and its representations**. Belém: 2006. 41p. Mimeografado.

AMARAL, P. **Estudo sobre os impactos das atividades florestais no contexto do Pará rural**. Belém, 2005. 89p. Mimeografado.

AMUSANT, N.; BEAUCHENE, J.; FOURNIER, M.; JANIN, G.; THEVENON, M.F. Decay resistance in *Dicorynia guianensis* Amsh.: analysis of inter-tree and intra-tree variability and relations with wood colour. **Ann. For. Sci.**, v. 61, n. 4., p. 373-380, jun. 2004.

ANDERSON, E.L.; PAWLAK, Z.; OWEN, N.L.; FEIST, W.C. Infrared studies of wood weathering. Part I: Softwoods. **Applied Spectroscopy**, v. 45, n. 4, p. 641-647, may. 1991a.

\_\_\_\_\_. Infrared studies of wood weathering. Part II: Hardwoods. **Applied Spectroscopy**, v. 45, n. 4, p. 648-652, may. 1991b.

ANGELO, H. **Comércio de madeiras tropicais: subsídios para a sustentabilidade das florestas no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002a. 87p.

\_\_\_\_\_. **Implicações da certificação florestal na competitividade da madeira tropical brasileira no mercado internacional**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002b. 38p.

ANGELO, H.; PRADO, A.C.; BRASIL, A.A. Influência do manejo florestal e do desmatamento na oferta de madeiras tropicais na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 103-109. jul./dez. 2004.

ANGELO, H.; PRADO, A.C. **Brazil case study on cross-sectoral linkages in forestry: the case of the Amazon forest**. Disponível em: <[www.fao.org/forestry/media/4501/1/0/](http://www.fao.org/forestry/media/4501/1/0/)>. Acesso em: 27 junho 2008.

ANGELO, H.; SÁ, S.P.P. O desflorestamento na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 217-227, jul./set. 2007.

ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 232-240. 2007.

ARAUJO, H.J.B. **Agrupamentos das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sobre manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas**. Piracicaba, 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

ARNOLD, M.; SELL, J.; FEIST, W.C. Wood weathering in fluorescent ultraviolet and xenon arc chambers. **Forest Products Journal**, v. 41, n. 2, p. 40-44, feb. 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2003**: produtos de madeira sólida. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/port/03Dados/0306EstSet2003/0306Quadro.html>>. Acesso em: 13 setembro 2005.

\_\_\_\_\_. **Estudo setorial 2007**: indústria de madeira processada mecanicamente. Curitiba: ABIMCI, 2007. 40p.

AUTRAN, C.S.; GONÇALEZ, J.C. Caracterização colorimétrica das madeiras de Muirapiranga (*Brosimum rubescens* Taub.) e de Seringueira (*Hevea brasiliensis*, clone Tjir 16 Müll Arg.) visando à utilização em interiores. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 445-451, out./dez. 2006.

AUTRAN, C.S. **Valorização tecnológica das madeiras de *Hevea brasiliensis* Müll Arg. e *Brosimum rubescens* Taub. para a indústria moveleira**. Brasília, 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

AYADI, N.; LEJEUNE, F.; CHARRIER, F.; CHARRIER, B.; MERLIN, A. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. **Holz als Roh- und Werkstoff**, v. 61, n. 3, p. 221-226, jun. 2003.

BADEL, E.; PERRÉ, P. The shrinkage of oak predicted from its anatomical pattern: validation of a cognitive model. **Trees**, v. 21, n. 1, p. 111-120, jan. 2007.

BADIA, M.A.; MOTHE, F.; CONSTANT, T.; NEPVEU, G. Assessment of tension wood detection based on shiny appearance for three poplar cultivars. **Ann. For. Sci.**, v. 62, n. 1, p. 43-49, jan./feb. 2005.

BALLARIN, A.W.; NOGUEIRA, M. Determinação do módulo de elasticidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* por ultra-som. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p.19-28, jan./abr. 2005.

BARBOSA, A.P.; VIANEZ, B.F.; VAREJÃO, M.J.; ABREU, R.L.S. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 12, p. 42-61, set. 2001.

BARRETO, C.C.K.; PASTORE, T.C.M. **Papel dos extrativos e da direção do corte no processo de degradação da madeira da garapeira por intemperismo artificial**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29., Águas de Lindóia, 2006. 2p. Disponível em: <[http://sec.sbq.org.br/cd29ra/listaarea\\_tc.htm](http://sec.sbq.org.br/cd29ra/listaarea_tc.htm)>. Acesso em: 30 outubro 2008.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; SILVA, F.G. **Instruções para coleta de amostras de madeira destinadas a processos de análises químicas laboratoriais**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecprodutos/coleta.asp>>. Acesso em: 20 setembro 2005.

BARTHOLOMEU, A. **Classificação de peças estruturais de madeira através do ultrassom**. Campinas, 2001. 105 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

BARTHOLOMEU, A.; GONÇALVES, R.; BUCUR, V. Dispersion of ultrasonic waves in *Eucalyptus* lumber as a function of the geometry of boards. **Scientia Forestalis**, n. 63, p. 235-240, jun. 2003.

BERGER, R.; TIMOFEICZYK JÚNIOR, R.; LACOWICZ, P.G.; BRASIL, A.A. Análise econômica da industrialização primária da madeira na Região Amazônica. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 09-17, jan./dez. 2002.

BECKER, B.K. Ciência, tecnologia e inovação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 20, p. 621-651, jun. 2005.

\_\_\_\_\_. Proposta de política de ciência e tecnologia para a Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 19, p. 289-309, dez. 2004.

BOGNOLA, I.A. **Unidades de manejo para *Pinus taeda* L. no planalto norte catarinense, com base em características do meio físico**. Curitiba, 2007. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

BRASIL. Constituição (1946). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 18 de setembro de 1946. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 16 junho 2005a.

\_\_\_\_\_. Decreto Legislativo n. 788, de 2005. Autoriza o Poder Executivo a implantar o Aproveitamento Hidroelétrico Belo Monte, localizado em trecho do Rio Xingu, no estado do Pará, a ser desenvolvido após estudos de viabilidade pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobrás. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 142, n. 134, p. 1, 14 jul. 2005b. Seção 1.

\_\_\_\_\_. Lei n. 5.173, de 27 de outubro de 1966. **Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia; extingue a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cria a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e dá outras providências**. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 16 junho 2005c.

BUCUR, V. Techniques for high resolution imaging of wood structure: a review. **Meas. Sci. Technol.**, v. 14, n. 2, p. 91-98, dec. 2003.

\_\_\_\_\_. Ultrasonic techniques for nondestructive testing of standing trees. **Ultrasonics**, v. 43, n. 4, p. 237-239, feb. 2005.

BURTIN, P.; JAY-ALLEMAND, C.; CHARPENTIER, J.P.; JANIN, G. Natural wood colouring process in Juglans sp. (*J. nigra*, *J. regia* and hybrid *J. nigra* 23 x *J. regia*) depends on native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood. **Trees**, v. 12, n. 5, p. 258-264, mar. 1998.

CALIL JR., C.; DIAS, A.A. Utilização da madeira em construções rurais. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 71-77, set./dez. 1997.

CAMARGOS, J.A.A.; CORADIN, V.T.R.; CZARNESKI, C.M.; OLIVEIRA, D.; MEGUERDITCHIAN, I. **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 2001. 896p.

CAMARGOS, J.A.A. **Colorimetria quantitativa aplicada na elaboração de uma tabela de cores para madeiras tropicais**. Brasília, 1999. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

CAMARGOS, J.A.A.; GONÇALEZ, J.C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 71, p. 30-41, set. 2001.

CARRASCO, E.V.M.; AZEVEDO JR., A.P. Avaliação não destrutiva de propriedades mecânicas de madeiras através de ultra-som - fundamentos físicos e resultados experimentais. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 178-191, jul./dez. 2003.

CARREIRAS, M.; FERREIRA, A.J.D.; LOPES, M.; CASTANHEIRA, É. **Sistemas de Gestão Ambiental: Análise SWOT entre duas estratégias de implementação**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DO AMBIENTE, 9., 2007, Aveiro. 4p.

CARVALHO, D.F.; SANTANA, A.C.; NOGUEIRA, A.K.M.; MENDES, F.A.T.; CARVALHO, A.C. **Análise do desempenho competitivo da indústria de móveis de madeira do estado do Pará**. *Amazônia*, v. 2, n. 4, p. 17-36, jan./jun. 2007.

CARVALHO, G.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; MATTOS, L.; SANTILLI, M. An Amazon perspective on the forest-climate connection: opportunity for climate mitigation, conservation and development? **Environment, Development and Sustainability**, v. 6, n. 1-2, p. 163-174, mar. 2004.

CARVALHO, R.M.M.A.; SOARES, T.S.; VALVERDE, S.R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118, jan./mar. 2005.

CASTRO, A.M.G. **Análise da competitividade de cadeias produtivas**. In: WORKSHOP CADEIAS PRODUTIVAS E EXTENSÃO RURAL NA AMAZÔNIA, Manaus, 2000. 18p. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br/download/publicacoes/accp.pdf>>. Acesso em: 1 junho 2005.

CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; CRISTO, C.M.P.N. Cadena productiva: marco conceptual para apoyar la prospección tecnológica. **Espacios**, v. 23, n. 2, p.11-26, mayo. 2002.

CASTRO, A.W.V. **Análise comparativa dos modelos de geração, difusão e transferência de tecnologia dos institutos públicos de pesquisa e institutos de pesquisa mistos, no agronegócio florestal da Região Sul.** Porto Alegre, 2005. 321 f. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CASTRO, E.R.; MONTEIRO, R.; CASTRO, C.P. **Estudo sobre dinâmicas sociais na fronteira, desmatamento e expansão da pecuária na Amazônia.** Belém: Banco Mundial, 2002. 145p.

CASTRO, P.C. **Florestas tropicais na arena mundial: desmatamento, política internacional e a Amazônia brasileira.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, Indaiatuba, 2004. 19p. Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT13/carlos\\_potiara.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT13/carlos_potiara.pdf)>. Acesso em: 31 maio 2005.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. **Potencial hidrelétrico brasileiro.** Disponível em: <<http://www.eletronorte.gov.br/ELB/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>>. Acesso em: 17 setembro 2008.

\_\_\_\_\_. **Plano nacional de energia elétrica 1993/2015: plano 2015.** Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras, 1994. 5v.

CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL. **Complexo Hidrelétrico Belo Monte: estudo de impacto ambiental.** Brasília: Centrais Elétricas do Norte do Brasil, [19--] 6v. Trabalho não publicado.

\_\_\_\_\_. **Eletronorte.** Disponível em: <<http://www.eletronorte.gov.br/>>. Acesso em: 14 junho 2008.

CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT. **TROPIX.** Disponível em: <<http://tropix.cirad.fr/index.htm>>. Acesso em: 26 agosto 2008.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Arranjos produtivos locais.** Brasília: CGEE, 2001. 11p.

\_\_\_\_\_. **Ciência e tecnologia no setor florestal brasileiro.** Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/nis/ipef.php>>. Acesso em: 25 março 2005.

CHANG, S.T.; CHANG, H.T. Correlation between softwood discoloration induced by accelerated lightfastness testing and by indoor exposure. **Polymer Degradation and Stability**, v. 71, n. 2, p. 261-266, may. 2001.

CHANG, S.T.; WANG, S.Y.; CHENG, S.S. Environmental effects on the color of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) heartwood. **J Wood Sci**, v. 46, n. 5, p. 390-394, sept. 2000.

CLARK, D.A.; CLARK, D.B. Getting to the canopy: tree height growth in a neotropical rain forest. *Ecology*, Washington, v. 82, n. 5, p. 1460-1472, may. 2001.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Maderas:** acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos. 459. Bogotá: COPANT, abr. 1972a.

\_\_\_\_\_. **Maderas:** método de determinación de la contracción. 462. Bogotá: COPANT. 1972b.

\_\_\_\_\_. **Maderas:** método de determinación del peso específico aparente. 461. Bogotá: COPANT, abr. 1972c.

\_\_\_\_\_. **Maderas:** método de ensayo de flexión estática. 555. Bogotá: COPANT, abr. 1973.

\_\_\_\_\_. **Maderas:** selección y colección de muestras. 458. Bogotá: COPANT, abr. 1972d.

CONTI, H.C. **Análise da cadeia produtiva de serviços em tecnologia da informação: oportunidades de negócios e inovação.** Brasília, 2006. 91 f. Monografía (MBA em Estratégia Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas, Brasília, 2006.

CORADIN, V.T.R.; MUÑIZ, G.I.B. **Normas e procedimentos de estudos de anatomia de madeira:** I. Angiospermae II. Gimnospermae. Brasília: IBAMA, 1991. 19p. (LPF – Série Técnica nº 15).

CREEMERS, J.; MEIJER, M.; ZIMMERMANN, T.; SELL, J. Influence of climatic factors on the weathering of coated wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, v. 60, n. 6, p. 411-420, dec. 2002.

CUNHA, A.B. **Produção de vigas estruturais de madeira avaliadas por meio de ensaios estáticos e dinâmicos.** Curitiba, 2007. 147 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DAMSON, O. **Strategic analysis of Ghana's wood export sector.** Baton Rouge, 2008. 112 f. (Master of Science) - Louisiana State University, Baton Rouge, 2008.

DEGLISE, X.; MERLIN, A. Comportement photochimique du bois non traité. In: DIROL, D.; DEGLISE, X. **Durabilité des bois et problèmes associés.** Paris: Hermès Science Publications, 2001. p. 229-276

DELOR-JESTIN, F.; TOMER, N.S.; SINGH, R.P.; LACOSTE, J. Durability of crosslinked polydimethylsiloxanes: the case of composite insulators. *Sci. Technol. Adv. Mater.*, v. 9, n. 2. 2008. 6p. Disponível em: <[http://www.iop.org/EJ/article/1468-6996/9/2/024406/stam8\\_2\\_024406.pdf?request-id=b7d9b925-d8c1-49dc-a1fa-c96a166aa5fa](http://www.iop.org/EJ/article/1468-6996/9/2/024406/stam8_2_024406.pdf?request-id=b7d9b925-d8c1-49dc-a1fa-c96a166aa5fa)>. Acesso em: 20 setembro 2008.

DIAZ-BALTEIRO, L.; ROMERO, C. Making forestry decisions with multiple criteria: a review and an. assessment. *Forest Ecology and Management*, v. 255, n. 8-9, p. 3222-3241, may. 2008.



DINIZ, C.C. **Global-local**: interdependências e desigualdade ou notas para uma política tecnológica e industrial regionalizada no Brasil. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2000. 29p. (Contrato BNDES/FINEP/FUJB, Estudos Temáticos, Nota Técnica 9).

DIOUF, P.N. **Etude comparative de methodes de mesure de l'activite antioxydante**: applications aux extractibles de bois: liens avec la stabilite de la couleur du bois. Nancy, 2003. 144 f. Thèse (Doctorat en Sciences et Technologies Industrielles) - Université Henri Poincaré, Nancy I, Nancy, France, 2003.

DIOUF, P.N.; MERLIN, A.; PERRIN, D. Antioxidant properties of wood extracts and colour stability of woods. **Ann. For. Sci.**, v. 63, n. 5, p. 525-534, jul./aug. 2006.

EL-MOOR, P.D. **Conflitos em um empreendimento hidrelétrico na Amazônia**: o caso de Belo Monte. Brasília, 2003. 112 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

ESPIRITO SANTO, V.K. **Jogo de poder na gestão dos recursos hídricos**: o conflito em torno do projeto do complexo hidrelétrico Belo Monte no rio Xingu, estado do Pará, Brasil. Brasília, 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Política e Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2002.

FALK, R.H.; PATTON-MALLOR, Y.M.; MCDONALD, K.A. Nondestructive testing of wood products and structures: state-of-the-art and research needs. In: dos REIS, H.L.M. (Ed.). **Nondestructive testing and evaluation for manufacturing and construction. Proceedings of conference**, 1988, august 9-12, Champaign, IL. New York: Hemisphere Publishing Corp. 1990. p. 137-147.

FARIA, I.D. **O descompasso e o periscópio**: uma análise dos conflitos socioambientais do projeto da Usina Hidrelétrica Belo Monte. Brasília, 2004. 390 f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2004.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 114-123, jul. 2005.

FEARNSIDE, P.M. The potential of Brazil's forest sector for mitigating global warming under the Kyoto Protocol. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 6, n. 3-4, p. 355-372, sept. 2001.

FEIST, W.C. Outdoor wood weathering and protection. In: ROWELL, R.M.; BARBOUR, R.J. (Eds.). **Archaeological wood**: properties, chemistry, and preservation. Advances in Chemistry Series 225. Proceedings of 196th meeting of the American Chemical Society; 1988 September 25-28; Los Angeles. Washington, DC: American Chemical Society. Chapter 11. 1990. p. 263-298.

FEIST, W.C. Weathering and protection of wood. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN WOOD-PRESERVERS' ASSOCIATION, 79, 1983, Kansas City. **Proceedings**. p. 195-205.

FERREIRA, A.M.M.; SALATI, E. Forças de transformação do ecossistema Amazônico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.19, n.54, ago. 2005.

FERREIRA, G.C.; GOMES, J.I.; HOPKINS, M.J.G. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará como “Angelim”. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 3, p. 387-398, jul./set. 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Community Forestry**: participatory assessment, monitoring and evaluation. Community Forestry Note 2. Rome: FAO Forestry Department, 1989. 150p.

\_\_\_\_\_. **Global forest resources assessment 2000**. FAO Forestry Paper 140. Rome: Food and Agriculture Organization, 2001. 479p.

\_\_\_\_\_. **Global forest resources assessment 2005**. FAO Forestry Paper 147. Rome: Food and Agriculture Organization, 2006. 320p.

\_\_\_\_\_. **The marketing of tropical wood in South America**. FAO Forestry Paper 5. Rome: Food and Agriculture Organization, 1978. 32p.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. 463 p.

GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111p.

GARCIA, M.F. **Ocupação do território e Impactos Ambientais – o papel dos grandes projetos de eletrificação da Amazônia**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, Indaiatuba, 2004. 15p. Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT06/m%E1rcia\\_feitosa.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT06/m%E1rcia_feitosa.pdf)>. Acesso em: 31 maio 2005.

GARRIDO FILHA, I. Manejo florestal: questões econômico-financeiras e ambientais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 91-106, mai./ago. 2002.

GEORGE, B.; SUTTIE, E.; MERLIN, A.; DEGLISE, X. Photodegradation and photostabilisation of wood - the state of the art. **Polymer Degradation and Stability**, v. 88, n. 2, p. 268-274, may. 2005.

GINDL, W.; SCHÖBERL, T. The significance of the elastic modulus of wood cell walls obtained from nanoindentation measurements. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 35, n. 11, p. 1345-1349, nov. 2004.

GONÇALEZ, J.C. **Caracterisation technologique de quatre especes peu connues de la forêt Amazonienne**: anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques. Nancy, 1993. 445 f. Thèse (Doctorat en Sciences Forestières) - Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, France, 1993.

GONÇALEZ, J.C.; JANIN, G.; SANTORO, A.C.S.; COSTA, A.F.; VALLE, A.T. Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira. **Brasil Florestal**, Brasília, n. 72, p. 47-58, nov. 2001a.

GONÇALEZ, J.C.; VALLE, A.T.; COSTA, A.F. Estimativas das constantes elásticas da madeira por meio de ondas ultra-sonoras (ultra-som). **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 81-92, jul./dez. 2001b.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Estatística municipal**: Altamira. Belém: SEPOF, 2007a. 51p.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Produto interno bruto dos municípios do estado do Pará**: 2005. Belém: SEPOF, 2007b. 27p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Especial de Estado de Gestão. **Estatísticas municipal**: Altamira. Belém: SEPOF, 2005a. 48p.

\_\_\_\_\_. Secretaria Especial de Estado de Gestão. **Produto interno bruto dos municípios do estado do Pará**: 1999-2002. Belém: SEPOF, 2005b. 11p.

\_\_\_\_\_. **Secretaria especial de estado de produção**. Disponível em: <<http://www.pa.gov.br/portal/seprod/index.asp>>. Acesso em: 04 dezembro 2005c.

GUARIGUATA, M.R.; CORNELIUS, J.P.; LOCATELLI, B.; FORNER, C.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A. Mitigation needs adaptation: tropical forestry and climate change. **Mitig Adapt Strateg Glob Change**, v. 13, n. 8, p. 793-808, oct. 2008.

HASELEIN, C.R.; BERGER, R.; GOULART, M.; STHAL, J.; TREVISAN, R.; SANTINI, E.J.; LOPES, M.C. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 147-152, dez. 2002.

HECHT, S.; COCKBURN, A. **The fate of the forest**: developers, destroyers and defenders of the Amazon. New York: Harper Perennial, 1989. 357p.

HE, F.; LEGENDRE, P.; LAFRANKIE, J.V. Spatial pattern of diversity in a tropical rain forest in Malaysia. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 57-74, jan. 1996.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 186, n. 1, p. 211-228, apr. 2008.

HUMMEL, A.C. **Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia brasileira**: o caso do manejo florestal madeireiro. Manaus, 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais Tropicais) - Universidade do Amazonas / Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2001.

IBACH, R.E. Wood preservation. In: **Wood handbook—Wood as an engineering material**. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. p. 14-1 – 14-27.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Japan: IGES, 2006. v. 4.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. **Annual review and assessment of the world timber situation 2007**. Document GI-7/07. Yokohama: ITTO, 2008. 196p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia, características a utilização**: estação experimental de Curuá-Una. Brasília: IBDF, 1988. 236p. v. 2.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável - Brasil 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default.shtm?c=1>>. Acesso em: 20 novembro 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Database of Brazilian woods**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/default.htm>>. Acesso em: 26 agosto 2008.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Mapas**. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/especiais/especiais.asp?id=343>>. Acesso em: 28 maio 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Spring**. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao\\_sen.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_sen.html)>. Acesso em: 03 novembro 2008.

ISAÍAS, A.Q.; HERRERA, M.I.; NAVA, L.R.; OLVERA, C.P.P. Algunas características anatómicas y acústicas de tres especies de angiospermas de Huayacocotla, Ver. **Madera y Bosques**, Xalapa, v. 4, n. 1, p. 15-25. 1998.

IKAWA, M.; SCHAPER, T.D.; DOLLARD, C.A.; SASNER, J.J. Utilization of Folin-Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. **J Agric Food Chem.**, v. 51, n. 7, p. 1811-1815. mar. 2003.

JANIN, G. Mesure de la couleur du bois. Intérêt forestier et industriel. **Ann. Sci. For.**, v. 44, n. 4, p. 455-472. 1987.

JANIN, G.; GONÇALEZ, J.C.; ANANÍAS, R.A.; CHARRIER, B.; SILVA, G.F.; DILEM, A. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry. Part 1. Colorimetry theory for the CIELAB system. **Maderas, Cienc. tecnol.**, Concepción, v. 3, n. 1/2, p. 3-13. 2001

KAJANUS, M.; KANGAS, J.; KURTTILA, M. The use of value focused thinking and the A'WOT hybrid method in tourism management. **Tourism Management**, v. 25, n. 4, p. 499-506, aug. 2004.

KANGAS, J.; KANGAS, A. Multiple criteria decision support in forest management: the approach, methods applied, and experiences gained. **Forest Ecology and Management**, v. 207, n. 1-2, p. 133-143, mar. 2005.

KANGAS, J.; KURTTILA, M.; KAJANUS, M.; KANGAS, A. Evaluating the management strategies of a forestland estate: the S-O-S approach. **Journal of Environmental Management**, v. 69, n. 4, p. 349-358, dec. 2003.

KATAOKA, Y.; KIGUCHI, M.; WILLIAMS R.S.; EVANS, P.D. Violet light causes photodegradation of wood beyond the zone affected by ultraviolet radiation. **Holzforschung**, v. 61, p. 23-27. 2007.

KISHINO, M.; NAKANO, T. Artificial weathering of tropical woods. Part 1: changes in wettability. **Holzforschung**, v. 58, n. 5, p. 552-557. 2004a.

\_\_\_\_\_. Artificial weathering of tropical woods. Part 2: color change. **Holzforschung**, v. 58, n. 5, p. 558-565. 2004b.

KITAMURA, P.C. Amazônia: produtos e serviços naturais e as perspectivas para o desenvolvimento sustentável regional. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. **Economia do meio ambiente**: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Campinas, UNICAMP, 1996. p. 283-297.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G.I.B.; HERNANDEZ, J.A.; ANDRADE, A.S. **Química da Madeira**. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/UmbertoKlock/quimica/notasdeaula.htm>>. Acesso em: 20 setembro 2005. Notas de aula.

KLUMPERS, J. **Le déterminisme de la couleur du bois de chêne**. Étude sur les relations entre la couleur et des propriétés physiques, chimiques et anatomiques ainsi que des caractéristiques de croissance. Nancy, 1994. 195 f. Thèse (Doctorat en Sciences du Bois) - Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, France, 1994.

KLUMPERS, J.; JANIN, G.; BECKER, M.; LÉVY, G. The influences of age, extractive content and soil water on wood color in oak: the possible genetic determination of wood color. **Ann. Sci. For.**, v. 50 (Suppl. 1), p. 403s-409s. 1993.

KOLK, A. From conflict to cooperation: international policies to protect the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 26, n. 8, p. 1481-1493, aug. 1998.

KURTTILA, M.; PESONEN, M.; KANGAS, J.; KAJANUS, M. Utilizing the analytical hierarchy process (AHP) in SWOT analysis – a hybrid method and its application to a forest-certification case. **Forest Policy and Economics**, v. 1, n. 1, p. 41-52, may. 2000.

LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.K.M.; SCHROTH, G.; FEARNSIDE, P.M.; BERGEN, S.; VENTICINQUE, E.M.; DA COSTA, C. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, v. 29, n. 5-6, p. 737-748. 2002.

LELE, U.; VIANA, V.M.; VERÍSSIMO, A.; VOSTI, S.; PERKINS, K.; HUSAIN, S.A. **Brazil, Forests in the Balance: Challenges of Conservation with Development.** Washington D.C.: World Bank, 2000. 195p.

LEMOS, C.F. **Energia na Amazônia: caminho para o desenvolvimento ou aprofundamento da exclusão?** In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, Indaiatuba, 2004. 20p. Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT06/chelen\\_fischer.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT06/chelen_fischer.pdf)>. Acesso em: 5 maio 2005.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos Florestais da Amazônia 2005.** Belém: Imazon, 2005a. 140p.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. **A expansão madeireira na Amazônia.** Belém: Imazon, 2005b. 4 p. (O Estado da Amazônia n° 2).

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos florestais da Amazônia 2003.** Belém: Imazon, 2003. 110p.

LEPAGE, E.S. Química da Madeira. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras.** São Paulo: IPT, 1986, v.1, p. 69-97.

LESKINEN, L.A.; LESKINEN, P.; KURTTILA, M.; KANGAS, J.; KAJANUS, M. Adapting modern strategic decision support tools in the participatory strategy process - a case study of a forest research station. **Forest Policy and Economics**, v. 8, n. 3, p. 267-278, apr. 2006.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 619-624, jun. 2005.

LISBOA, C.D.J.; MATOS, J.L.M.; MELO, J.E. **Amostragem e propriedades físico-mecânicas de madeiras Amazônicas.** Brasília: IBAMA, 1993. 107p.

LUCHI, A.E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 27, n. 2, apr./jun. 2004.

MALHOTRA, N.K. **Marketing Research: an Applied Orientation.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1993. 857p.

MARCATI, C.R.; VERONICA ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaiifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 3, sept. 2001.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira.** Brasília: Banco Mundial, 2003. 100p.

MASOZERA, M.K.; ALAVALAPATI, J.R.R.; JACOBSON, S.K.; SHRESTA, R.K. Assessing the suitability of community-based management for the Nyungwe Forest Reserve, Rwanda. **Forest Policy and Economics**, v. 8, n. 2, p.206-216, mar. 2006.

MELGOSA, M.; PÉREZ, M.M.; YEBRA, A.; HUERTAS, R.; HITTA, E. Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color. **Óptica Pura y Aplicada**, Madrid, v. 34, n. 1, p. 1-10. 2001.

MELO, J.E.; CAMARGOS, J.A.A. **A madeira e seus usos**. Brasília: SFB, Laboratório de Produtos Florestais, 2007. 216p. Mimeografado.

MELO, J.E.; CARVALHO, G.M.; MARTINS, V.A. **Espécies de madeiras substituídas do mogno**. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1989. 16p. (Série Técnica, nº 6).

MELO, J. E.; CORADIN, V. T. R.; MENDES, J. C. **Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: SBS/SBSF, 1990. v. 3, p. 695-699.

MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M.; TRUGILHO, P.F.; LOPES, G.A. Anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* St. Hil. de ocorrência na região de Lavras/MG. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 15-25, jan./jun. 1999.

MENDOZA, G.A.; MARTINS, H. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: a critical review of methods and new modeling paradigms. **Forest Ecology and Management**, v. 230, n. 1-3, p. 1-22, jul. 2006.

MERCADO, R.S. **Timber production and marketing in the brazilian Amazon**. Ann Arbor, 1980. 131 f. Dissertation (Doctorate in Philosophy) - Michigan State University, Ann Arbor, 1980.

MINÁ, A.J.S.; OLIVEIRA, F.G.R.; CALIL Jr., C.; DIAS, A.A.; SALES, A. Avaliação não-destrutiva de postes de madeira por meio de ultra-som. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 188-196, jun. 2004.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Arranjos produtivos locais**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sdp/proAcao/arrProLocais/arrProLocais.php>>. Acesso em: 19 setembro 2005a.

\_\_\_\_\_. **Fórum de competitividade**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sdp/proAcao/forCompetitividade/oQueSao.php>>. Acesso em: 17 setembro 2005b.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404p.

MITSUI, K. Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment. Part 2. Effect of light-irradiation time and wavelength. **Holz als Roh- und Werkstoff**, v. 62, n. 1, p. 23-30, mar. 2004.

MITSUI, K.; TSUCHIKAWA, S. Low atmospheric temperature dependence on photodegradation of wood. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 81, n. 2, p. 84-88, nov. 2005.

- MONTES, C.S.; HERNÁNDEZ, R.E.; BEAULIEU, J.; WEBER, J.C. Genetic variation in wood color and its correlations with tree growth and wood density of *Calycophyllum spruceanum* at an early age in the Peruvian Amazon. **New Forests**, v. 35, n. 1, p. 57-73. 2008.
- MORAN, E.; MCCRACKEN, S. The developmental cycle of domestic groups and Amazonian deforestation. **Ambiente e Sociedade**, v. 7, n. 2, p. 11-45, jul./dez. 2004.
- MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 811-823. 2000.
- MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; LIMA, J.T.; TRUGILHO, P.F.; OLIVEIRA, A.C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 123-132, dez.. 2004.
- MORI, C.L.S.O.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; TRUGILHO, P.F.; GONÇALEZ, J.C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 137-146, abr./jun. 2005.
- MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. New York: Mc Graw-Hill, 1967. 338p.
- MÜLLER, A.C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412p.
- MUNIZ, M.J.D.; REYDON, B.P. **Extração de madeira na Amazônia: até quando?** Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/nea/mterras/madeira.pdf>>. Acesso em: 04 setembro 2005.
- NASCIMENTO, C.C.; GARCIA, J.N.; DIÁZ, M.P. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecânicas. **Madera y Bosques**, Xalapa, v. 3, n. 1, p. 33-52. 1997.
- NĂSTASE, C.; KAJANUS, M. The role of the universities in a regional innovation system – a comparative A’WOT – analysis. **Amfiteatru Economic**, n. 23, p. 219-224, feb. 2008.
- NAKAHATI, Y.P. **Avaliação competitiva da cadeia produtiva moveleira do centro sul de Rondônia com o uso da abordagem sistêmica do Instituto Alemão de Desenvolvimento**. Florianópolis, 2002. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- NEPSTAD, D.; CARVALHO, G.; BARROS, A.C.; ALENCAR A, CAPOBIANCO, J.P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA JR., U.L.; PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 154, n. 3, p. 395-407, dec. 2001.
- NISHINO, Y.; JANIN, G.; CHANSON, B.; DÉTIENNE, P.; GRIL, J.; THIBAUT, B. Colorimetry of wood specimens from French Guiana. **J Wood Sci**, v. 44, n. 1, p. 3-8, jan. 1998.



NISHINO, Y.; JANIN, G.; YAMADA, Y.; KITANO, D. Relations between the colorimetric values and densities of sapwood. **J Wood Sci**, v. 46, n. 4, p. 267-272, jul. 2000.

NOGUEIRA, M.; BALLARIN, A.W. **Sensibilidade dos ensaios de ultra-som à ortotropia elástica da madeira**. In: PAN AMERICAN CONFERENCE FOR NONDESTRUCTIVE TESTING, Rio de Janeiro, 2003. 10p. Disponível em: <<http://www.aende.org.ar/sitio/biblioteca/material/T-125.pdf>>. Acesso em: 14 setembro 2005.

OLIVEIRA, F.G.R.; CAMPOS, J.A.O.; SALES, A. Ultrasonic measurements in brazilian hardwood. **Materials Research**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 51-55, jan./mar. 2002.

OLIVEIRA, F.G.R.; CANDIAN, M.; LUCCHETTE, F.L.; CALIL JR., C.; SALES, A. **Avaliação de propriedades mecânicas de madeira por meio de ultra-som**. In: PAN AMERICAN CONFERENCE FOR NONDESTRUCTIVE TESTING, Rio de Janeiro, 2003. 5p. Disponível em: <<http://www.aende.org.ar/sitio/biblioteca/material/T-104.pdf>>. Acesso em: 14 setembro 2005a.

OLIVEIRA, F.G.R. **Estudo de propriedades mecânicas de dicotiledôneas por meio de ensaio não-destrutivo utilizando equipamento de ultra-som**. São Carlos, 2001. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

OLIVEIRA, F.G.R.; MILLER, K.P.; CANDIAN, M.; SALES, A. Influência da seção transversal na velocidade ultra-sônica na madeira de *Eucalyptus citriodora*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 197-203, abr./jun. 2005b.

OLIVEIRA, F.G.R.; SALES, A. Relationship between density and ultrasonic velocity in Brazilian tropical woods. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 18, p. 2443-2446, dez. 2006.

OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 381-385, mai./jun. 2003.

OLTEAN, L.; TEISCHINGER, A.; HANSMANN, C. Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure. **Holz als Roh- und Werkstoff**, v. 66, n. 1, p. 51-56, feb. 2008.

OUIS, D. On the frequency dependence of the modulus of elasticity of wood. **Wood Science and Technology**, v.36, n. 4, p. 335-346, aug. 2002.

PAIVA, M.P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: EDITERRA, 1982. 304p.

PANDOLFO, C.M. **Estudos básicos para o estabelecimento de uma política de desenvolvimento dos recursos florestais e de uso racional das terras da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1974. 57p.

\_\_\_\_\_. **A floresta Amazônica brasileira; enfoque econômico-ecológico**. Belém: SUDAM, 1978. 118p.

PANSHIN, A.J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3.ed., New York: McGraw-Hill, 1970. v. 1. 705p.

PASTORE, T.C.M. **Estudos do efeito da radiação ultravioleta em madeiras por espectroscopias Raman (FT-Raman), de refletância difusa no infravermelho (DRIFT) e no visível (CIE-L\*a\*b\*)**. Brasília. 2004. 117f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

PASTORE, T.C.M.; SANTOS, K.O.; RUBIM, J.C. A spectrometric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. **Bioresource Technology**, v. 93, n. 1, p. 37-42, may. 2004.

PAZOS, G.M.B. Caracterización tecnológica de veinte especies maderables de la Selva Lacandona. **Madera y Bosques**, v. 1, n. 1, p. 9-38. 1995.

PELIZAN, T.R. **Estudo de propriedades mecânicas de peças roliças de *Eucalypto citriodora* utilizando a técnica de ultra-som**. São Carlos, 2004. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

PERRÉ, P.; HUBER, F. Measurement of free shrinkage at the tissue level using an optical microscope with an immersion objective: results obtained for Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) and spruce (*Picea abies*). **Ann. For. Sci.**, v. 64, n. 3, p. 255-265, apr./may. 2007.

PERRÉ, P. MeshPore: a software able to apply image-based meshing techniques to anisotropic and heterogeneous porous media. **Drying Technology**, v. 23, n. 9/11, p. 1993-2006, sept. 2005.

PETTERSEN, R.C. The chemical composition of wood. In: ROWELL, R. (ed). **The chemistry of solid wood**. Washington: American Chemical Society, 1984. p. 57-126.

PINHEIRO, A.L.; CARMO, A.P.T. Contribuição ao estudo tecnológico da canela-azeitona, *Rapanea ferruginea* (Ruiz e Pav.) Mez, uma espécie pioneira. I: características anatômicas da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p. 121-145, nov. 1993.

PIRES, J.M. **Tipos de vegetação da Amazônia**. Belém: MPEG, n. 20, p. 179-202. 1973. (Publicações Avulsas).

POKORNY, B.; MERRY, F. **Contabilidade de custos e eficiência de produção da indústria madeireira na Amazônia Brasileira**. Belém: IPAM/CIFOR/EMBRAPA/FFT/VPI&SU, 2005. 128p. (Relatório Final).

POLZL, W.B.; SANTOS, A.J.; TIMOFEICZYK JR., R.; POLZL, P.K. Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira - segmento da madeira serrada no estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, n. 2, p. 127-134, mai./ago. 2003.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Desenvolvimento humano e IDH**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh/>>. Acesso em: 16 setembro 2005.

PUCCINI, C.T. **Avaliação de aspectos de qualidade da madeira utilizando o ultra-som.** Campinas, 2001. 139 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambientação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

RADAMBRASIL. **Folha SA 22.** Levantamento de recursos naturais. Vegetação. Belém: DNPM, v. 5. 1974.

RAUCH, P. SWOT analyses and SWOT strategy formulation for forest owner cooperations in Austria. **Eur J Forest Res**, v. 126, n. 3, p. 413-420. jul. 2007.

RECH, S.R. **Cadeia produtiva da moda:** um modelo conceitual de análise da competitividade no elo confecção. Florianópolis, 2006. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

REID, J.; SOUZA JR., W.C. Infrastructure and Conservation Policy in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 740-746, jun. 2005.

ROCHA, F.T.; FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, jun. 2004.

ROCHA, K., MOREIRA, A.R.B.; CARVALHO, L.; REIS, E.J. **O valor de opção das concessões nas Florestas Nacionais da Amazônia.** Rio de Janeiro: IPEA, 2000. 29p. (Texto para Discussão nº 737).

RODRIGUES, E. **Vantagem competitiva do ecossistema da Amazônia:** o cluster florestal do Acre. Brasília, 2004. 515 f. Tese (Doutorado em Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2004.

RODRIGUES, R.L.V. **Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal.** Rio de Janeiro, 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE, Rio de Janeiro, 2004.

ROQUE, R.A.M. **Variação da anatomia e da densidade básica da madeira de *Gmelina arborea* (Roxb.), em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica.** Piracicaba, 2005. 202 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

ROSSI, C.A.V.; LUCE, F.B. Construção e proposição de um modelo de planejamento estratégico baseado em 10 anos de experiência. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 26., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: ANPAD, n. 1, 14p. 2002.CD-ROOM.

ROSS, R.J.; BRASHAW, B.K.; PELLERIN, R.F. Nondestructive evaluation of wood. **Forest Products Journal**, v. 48, n. 1, p. 14 -19, jan. 1998.

ROS-TONEN, M. Novas perspectivas para a gestão sustentável da floresta Amazônica: explorando novos caminhos. **Ambiente e Sociedade**, v. 10, n. 1, p 11-25, jan./jun. 2007.

ROWE, J.W.; CONNER, A.H. **Extractives in eastern hardwoods**: a review. Gen. Tech. Rep. FPL-18. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1979. 67p.

RUELLE, J.; BEAUCHENE, J.; THIBAUT, A.; THIBAUT, B. Comparison of physical and mechanical properties of tension and opposite wood from ten tropical rainforest trees from different species. **Ann. For. Sci.**, v. 64, n. 5, p. 503-510, jul./aug. 2007.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J.N.M.; ZWEEDE, J.; VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo Florestal Empresarial na Amazônia Brasileira**. Belém: CIFOR, 2006. 71p.

SANTANA, M.A.E.; OKINO, E.Y.A. Chemical composition of 36 Brazilian Amazon forest wood species. **Holzforschung**, v. 61, n. 5, p. 469-477, aug. 2007.

SAUER, S. **Violação dos direitos humanos na Amazônia**: conflito e violência na fronteira paraense. Goiânia: CPT; Rio de Janeiro: Justiça Global; Curitiba: Terra de Direitos, 2005. 171p.

SCHNEIDER, R.R.; ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; SOUZA JÚNIOR, C. **Amazônia sustentável**: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural. Brasília: Banco Mundial, Imazon, 2000. 58p.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. **Grupo de trabalho sobre política florestal**: a exploração florestal na Amazônia. Brasília: SAE, 1997. 61p.

SERRA, M.A.; FERNÁNDEZ, R.G. Perspectivas de desenvolvimento da Amazônia: motivos para o otimismo e para o pessimismo. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 107-131, jul./dez. 2004.

SHRESTHA, R.K.; ALAVALAPATI, J.R.R.; KALMBACHER, R.S. Exploring the potential for silvopasture adoption in southcentral Florida: an application of SWOT-AHP method. **Agricultural Systems**, v. 81, n. 3, p. 185-199, sept. 2004.

SIAU, J.F. **Transport processes in wood**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. 245p.

SILVA, J.C. **Análise estratégica da produção madeireira sustentada na Amazônia brasileira**. Brasília, 2008. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SILVA, J.O.; PASTORE, T.C.M.; PASTORE JUNIOR, F. Resistência ao intemperismo artificial de cinco madeiras tropicais e de dois produtos de acabamento. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 1, p. 17-23, jan./mar. 2007.

SIQUEIRA, K.P.; MONTEFUSCO, A.R.G.; GUIMARÃES NETO, A.B.; BONDUELLE, A. Principais metodologias de mediação de estado de superfícies. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 5, n. 2, p. 203-210, jul./dez. 2003.

SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, A. **Acertando o alvo**: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. São Paulo: Amigos da Terra; Piracicaba: Imaflora; Belém: Imazon, 1999. 41p.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2**: consumo de madeira Amazônica e certificação florestal no estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 72p.

SOTELO, R.D.; MORALES R.P.Z.; OLVERA, C.P.P. Tablas de clasificación de algunas propiedades mecánicas de maderas mexicanas en condición “verde”. **Madera y Bosques**, Xalapa, v. 7, n. 1, p. 71-78. 2001.

SOUSA, R.; GOMES, D. **Produção familiar rural**: tendências e oportunidades da atividade madeireira no Acre e Pará. Belém: GTNA/Forest Trends/IEB, 2005. 104p.

SOUZA, M.H. **Substituição da madeira de castanheira (Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl.)**. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1989. 12p. (Série Técnica, nº 8).

SPYCHER, M.; SCHWARZE, F.W.M.R.; STEIGER, R. Assessment of resonance wood quality by comparing its physical and histological properties. **Wood Science and Technology**, v.42, n. 4, p. 325-342, april. 2008.

STANGERLIN, D.M.; CALEGARI, L.; SANTINI, E.J.; DOMINGUES, J.M.X. ; GATTO, D.A.; MELO, R.R. . Determinação do módulo de elasticidade em madeiras por meio de métodos destrutivo e não-destrutivo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 145-150, abr./jun. 2008.

STEIGUER, J.E.; LIBERTI, L.; SCHULER, A.; HANSEN, B. **Multi-criteria decision models for forestry and natural resources management**: an annotated bibliography. Gen. Tech. Rep. NE-307. Newton Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 2003. 32 p.

STERNADT, G.H. **Trabalhabilidade de 108 espécies de madeiras da região amazônica**. Brasília: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 2001. 106p.

SUH, J.; EMTAGE, N.F. Identification of strengths, weaknesses, opportunities and threats of the community-based forest management program. **Annals of Tropical Research**, v. 27, n. 1, p. 55-66. 2005.

SUZUKI, R.; MATSUSHITA, Y.; IMAI, T.; SAKURAI, M.; JESUS, J.M.H.; OZAKI, S.K.; FINGER, Z.; FUKUSHIMA, K. Characterization and antioxidant activity of Amazonian woods. **J Wood Sci.** v. 54, n. 2, p. 174-178, apr. 2007.

SYDENSTRICKER-NETO, J. Population and environment in Amazônia: from just the numbers to what really counts. In: HOGAN, D.J.; BERQUÓ, E.; COSTA, H.S.M. **Population and environment in Brazil**: Rio +10. Campinas, CNPD, ABEP, NEPO, p. 55-76. 2002.

THÉRY, H. Situações da Amazônia no Brasil e no continente. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 37-49. 2005.

THULASIDAS, P.K.; BHAT, K.M.; OKUYAMA, T. Heartwood colour variation in home garden Teak (*Tectona grandis*) from wet and dry localities of Kerala, Índia. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 18, n. 1, p. 51-54, jan. 2006.

TOMASELLI, I.; SCHEFFLER, L.F.; MEDEIROS, A.Z. Produtos florestais e as exportações. In: **Informativo STCP**. Curitiba: STCP, n. 7, 2003. p. 10-13.

TONI, F. **Party politics, social movements, and local democracy**: institutional choices in the Brazilian Amazon. Washington: World Resources Institute. 2007. 25p. (Representation, Equity and Environment Working Paper Series, WP # 32).

VALVERDE, S.R. **A contribuição do setor florestal para o desenvolvimento sócio-econômico**: uma aplicação de modelos de equilíbrio multissetoriais. Viçosa, 1999. 105 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

VAN HELDEN, F.; SCHNEEMANN, F. **Cortar árvores para manter a floresta**. Zeist: ICCO, 2000. 24p.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 1991. 123p.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA JR. C.; CELENTANO, D.; SALOMÃO, R.; DENYS, P.; BALIEIRO, C. **Áreas para produção florestal manejada**: detalhamento do macrozoneamento ecológico econômico do estado do Pará. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2006. 81p.

VIDAL, N.G. **Acordos empresa florestal-comunidade no Brasil**: situação atual e oportunidades para ação. Washington: Forest Trends, 2005. 52p.

VIEIRA, I.C.G.; SALOMÃO, R.P.; ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D.D.; SILVA, A.S.L.; ALMEIDA, A.; MATOS, A.H.; ROSA, N.A.; SILVA, C.R.; SILVA, C.A.; SANTOS, M.R. **Diagnóstico da vegetação e da flora da área de estudo da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, estado do Pará**. Belém: MCT-MPEG, 2001. 171p. (Convênio MCT-MPEG/Eletronorte). Trabalho não publicado.

WANG, T.; AITKEN, S.N. Variation in xylem anatomy of selected populations of lodgepole pine. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, p. 2049-2057, nov. 2001

WILLIAMS, R.S. Weathering of wood. In: ROWELL, R.M.(Ed.). **Handbook of wood chemistry wood composites**. Florida: CRC Press, 2005, v. 1. p. 139-186.

WINANDY, J.E. Wood properties. In: ARNTZEN, C.J. **Encyclopedia of agricultural science**. Orlando, FL: Academic Press, 1994, v. 4. p. 549-561.

WOLFSLEHNER, B.; VACIK, H.; LEXER, M.J. Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 207, n. 1-2, p. 157-170, mar. 2005.

ZANETTI, M.; MOTHE, F.; MERLIN, A.; JANIN, G.; MOGUEDEC, G.; GONÇALEZ, J.C. Conséquences du vieillissement du bois de chêne sessile (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) sur sa perception esthétique par les utilisateurs. **Ann. For. Sci.**, v. 60, n. 1, p. 61-68, jan./feb. 2003.

ZERBINI, N.J. **Estimativa de fitomassa aérea em região de floresta tropical com uso de dados TM-LANDSAT 5 e HRV-SPOT 1.** São José dos Campos, 1992. 127 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1992. (INPE-5500-TDI/515).

ZERBINI, N.J.; ANGELO, H.; SANTOS, J.R. Relações entre parâmetros de fitomassa, dendrométricos, espectrais e altimétricos na Amazônia brasileira. **Revista Árvore**, v. 19, n. 2, p. 171-186, abr./jun. 1995.

ZHOURI, A. O ativismo transnacional pela Amazônia **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, ano 12, n. 25, p. 139-169, jan./jun. 2006.

ZHOURI, A.; OLIVEIRA, R. Desenvolvimento, conflitos sociais e violência no Brasil rural: o caso das usinas hidrelétricas. **Ambiente e Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 119-135, jul./dez. 2007.

## **APÊNDICES**



## Apêndice A



Universidade de Brasília – UnB  
 Faculdade de Tecnologia - FT  
 Departamento de Engenharia Florestal - EFL  
 Pós-Graduação em Ciências Florestais

### QUESTIONÁRIO – ANÁLISE A’WOT

Este questionário de avaliação tem por objetivo obter a opinião de especialistas do setor sobre os pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças à gestão florestal. Faz parte de minha tese de Doutorado, a ser defendida no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília.

Por favor, responda as questões constantes no anexo, por quadrante, atribuindo notas a todos os itens. A nota 10 refere-se ao item que julgar mais importante (o de maior peso no conjunto dos itens) e nota 1 ao menos importante (o de menor peso no conjunto dos itens). Respostas em branco serão computadas como nota 1. Não há impedimento de repetição de notas.

Desde já agradeço sua colaboração.

Ambiente	Positivo	Negativo
	Pontos Fortes (Strengths)	Deficiências (Weaknesses)
<b>I n t e r n o</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>( ) Gerar emprego e renda</li> <li>( ) Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado</li> <li>( ) Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro</li> <li>( ) Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial</li> <li>( ) Acessar mercados mais seletivos</li> <li>( ) Aproveitar os produtos não-madeireiros</li> <li>( ) Manter a cobertura florestal</li> <li>( ) Planejar de forma sustentável a atividade madeireira</li> <li>( ) Promover o desenvolvimento local / regional</li> <li>( ) Contribuir para diminuição do “efeito estufa”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>( ) Ausência de títulos das áreas de produção</li> <li>( ) Acesso itinerante e exploração predatória</li> <li>( ) Sistema de controle e monitoramento ineficaz</li> <li>( ) Imagem setorial negativa</li> <li>( ) Ausência de cultura empreendedora</li> <li>( ) Qualificação deficiente da mão-de-obra</li> <li>( ) Baixa remuneração dos empregados</li> <li>( ) Desenvolvimento tecnológico insuficiente</li> <li>( ) Índices de desperdício elevados</li> <li>( ) Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte</li> </ul>
	Oportunidades (Opportunities)	Ameaças (Threats)
<b>E x t e r n o</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>( ) Disponibilidade de recursos naturais</li> <li>( ) Aumento da demanda nacional e internacional</li> <li>( ) Redução dos estoques florestais internacionais</li> <li>( ) Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional</li> <li>( ) Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais</li> <li>( ) Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)</li> <li>( ) Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)</li> <li>( ) Adoção de certificação florestal</li> <li>( ) Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais</li> <li>( ) Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>( ) Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental</li> <li>( ) Baixo custo da ilegalidade</li> <li>( ) Inexistência de crédito específico</li> <li>( ) Aplicação de barreiras não-tarifárias</li> <li>( ) Adoção de produtos substitutos</li> <li>( ) Expansão da atividade agropecuária</li> <li>( ) Risco de invasões e conflitos fundiários</li> <li>( ) Desmatamentos e queimadas</li> <li>( ) Atuação radical de movimentos ambientalistas</li> <li>( ) Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)</li> </ul>

Observação / Sugestões / Comentários:

## Apêndice B - Variáveis utilizadas.

Código	Variável
X1	Gerar emprego e renda
X2	Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado
X3	Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro
X4	Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial
X5	Acessar mercados mais seletivos
X6	Aproveitar os produtos não-madeireiros
X7	Manter a cobertura florestal
X8	Planejar de forma sustentável a atividade madeireira
X9	Promover o desenvolvimento local / regional
X10	Contribuir para diminuição do “efeito estufa”
X11	Ausência de títulos das áreas de produção
X12	Acesso itinerante e exploração predatória
X13	Sistema de controle e monitoramento ineficaz
X14	Imagem setorial negativa
X15	Ausência de cultura empreendedora
X16	Qualificação deficiente da mão-de-obra
X17	Baixa remuneração dos empregados
X18	Desenvolvimento tecnológico insuficiente
X19	Índices de desperdício elevados
X20	Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte
X21	Demanda de recursos naturais abundantes
X22	Aumento da demanda nacional e internacional
X23	Redução dos estoques florestais internacionais
X24	Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional
X25	Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais
X26	Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)
X27	Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)
X28	Adoção de certificação florestal
X29	Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais
X30	Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais
X31	Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental
X32	Baixo custo da ilegalidade
X33	Inexistência de crédito específico
X34	Aplicação de barreiras não-tarifárias
X35	Adoção de produtos substitutos
X36	Expansão da atividade agropecuária
X37	Risco de invasões e conflitos fundiários
X38	Desmatamentos e queimadas
X39	Atuação radical de movimentos ambientalistas
X40	Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)

## Apêndice C



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade de Tecnologia - FT  
Departamento de Engenharia Florestal - EFL  
Pós-Graduação em Ciências Florestais

### QUESTIONÁRIO PARA AVALIAR A TRABALHABILIDADE DA MADEIRA

Espécie:

1) Qual é a sua opinião sobre a aparência desta madeira, do ponto de vista de manuseio em maquinário.

2) Avaliar a madeira perante aos equipamentos constante do quadro a seguir:

Equipamentos	Qualidade do Trabalho				Defeitos	Observação
	Excelente	Bom	Regular	Ruim		
Serra circular						
Desengrosso						
Desempeno						
Tupla						
Furadeira de mesa						
Furadeira manual						
Lixa de fita						
Lixa manual						
Formão manual						
Plaina manual						

3) A madeira gasta muita lixa?

Comentários:

4) A madeira gasta muito gume de facas/serra?

Comentários:

5) A madeira solta cheiro/serragem irritante ou outro tipo de material?

Comentários:

6) Qual o comportamento da madeira perante a seladora/verniz?

( ) Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Ruim

Comentários:

6) Qual a nota (0 - 10) média para esta madeira perante aos equipamentos e material de acabamento utilizados?

<b>Avaliação da Madeira</b>	<b>Nota</b>
Excelente	10
Muito bom	9
Bom	8
Regular	6 a 7
Ruim	Abaixo de 6

Comentários adicionais:

**Apêndice D - Avaliação dos especialistas sobre os pontos fortes da gestão florestal.**

Variável	Ponto Forte	Total	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Moda	Frequência	Nível de Confiança (95,0%)
X1	Gerar emprego e renda	313	8	1	10	2,17	10	15	0,6942
X2	Ofertar produto diferenciado com maior valor agregado	261	7	1	10	2,11	8	12	0,6755
X3	Ampliar o número de espécies com possibilidade de aproveitamento madeireiro	251	6	1	10	2,18	8	9	0,6984
X4	Permitir a adoção do Manejo Florestal Sustentável (MFS) e do ordenamento territorial	347	9	2	10	2,03	10	21	0,6493
X5	Acessar mercados mais seletivos	229	6	1	10	2,40	5	10	0,7664
X6	Aproveitar os produtos não-madeireiros	231	6	1	10	2,77	7	8	0,8855
X7	Manter a cobertura florestal	327	8	3	10	1,91	10	13	0,6098
X8	Planejar de forma sustentável a atividade madeireira	331	8	4	10	1,62	8	12	0,5171
X9	Promover o desenvolvimento local / regional	309	8	3	10	1,57	7	11	0,5017
X10	Contribuir para diminuição do “efeito estufa”	212	5	1	10	3,01	1	8	0,9614

**Apêndice E - Avaliação dos especialistas sobre os pontos fracos da gestão florestal.**

<b>Variável</b>	<b>Ponto Fraco</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Moda</b>	<b>Frequência</b>	<b>Nível de Confiança (95,0%)</b>
X11	Ausência de títulos das áreas de produção	305	8	1	10	2,61	10	15	0,7623
X12	Acesso itinerante e exploração predatória	304	8	2	10	2,38	9	10	0,7346
X13	Sistema de controle e monitoramento ineficaz	303	8	2	10	2,30	10	12	0,6437
X14	Imagem setorial negativa	269	7	1	10	2,01	7	13	0,7087
X15	Ausência de cultura empreendedora	250	6	1	10	2,22	5	8	0,7364
X16	Qualificação deficiente da mão-de-obra	267	7	1	10	2,30	8	10	0,8115
X17	Baixa remuneração dos empregados	246	6	1	10	2,54	8	9	0,8538
X18	Desenvolvimento tecnológico insuficiente	261	7	1	10	2,67	8	9	0,7919
X19	Índices de desperdício elevados	286	7	2	10	2,48	8	10	0,7184
X20	Infra-estrutura deficiente e dificuldade de transporte	283	7	1	10	2,25	9	8	0,7623

**Apêndice F - Avaliação dos especialistas sobre as oportunidades da gestão florestal.**

<b>Variável</b>	<b>Oportunidade</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Moda</b>	<b>Freqüência</b>	<b>Nível de Confiança (95,0%)</b>
X21	Demanda de recursos naturais abundantes	273	7	1	10	2,46	10	8	0,7863
X22	Aumento da demanda nacional e internacional	286	7	2	10	1,94	8	12	0,6211
X23	Redução dos estoques florestais internacionais	261	7	1	10	2,30	8	8	0,7350
X24	Aumento dos preços da madeira nos mercados nacional e internacional	268	7	3	10	2,36	7	10	0,7533
X25	Gestão institucional pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e IBAMA e adoção da sistemática de concessões florestais	283	7	1	10	2,42	8	8	0,7746
X26	Finalização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)	283	7	2	10	2,51	10	8	0,8012
X27	Utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	236	6	1	10	2,80	5	8	0,8952
X28	Adoção de certificação florestal	266	7	1	10	2,66	8	7	0,8494
X29	Desenvolvimento de pequenos e médios produtores florestais	289	7	1	10	2,43	10	8	0,7783
X30	Criação de pólos industriais para processamento dos produtos florestais	301	8	1	10	2,30	8	13	0,7350

**Apêndice G - Avaliação dos especialistas sobre as ameaças da gestão florestal.**

Variável	Ameaça	Total	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Moda	Frequência	Nível de Confiança (95,0%)
X31	Políticas governamentais instáveis e burocracia governamental	361	9	1	10	0,92	10	15	0,2941
X32	Baixo custo da ilegalidade	337	8	7	10	1,71	10	12	0,5462
X33	Inexistência de crédito específico	245	6	2	10	2,31	5	9	0,7392
X34	Aplicação de barreiras não-tarifárias	231	6	1	10	2,19	7	9	0,7003
X35	Adoção de produtos substitutos	208	5	1	10	2,59	1	6	0,8296
X36	Expansão da atividade agropecuária	275	7	1	10	2,29	7	11	0,7321
X37	Risco de invasões e conflitos fundiários	310	8	1	10	2,10	9	13	0,6707
X38	Desmatamentos e queimadas	319	8	2	10	2,15	10	14	0,6889
X39	Atuação radical de movimentos ambientalistas	238	6	2	10	3,05	10	8	0,9742
X40	Limitações impostas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES)	199	5	1	10	2,58	5	6	0,8241



**Apêndice H - Reflectância da madeira de Axixá na região do visível.**

<b>Face</b>	<b>Comprimento de Onda</b>										
	<b>(nm)</b>										
	<b>400</b>	<b>430</b>	<b>460</b>	<b>490</b>	<b>520</b>	<b>550</b>	<b>580</b>	<b>610</b>	<b>640</b>	<b>670</b>	<b>700</b>
Radial	6,71	7,86	8,78	9,62	10,95	12,58	14,50	16,58	18,75	20,93	23,04
Tangencial	6,39	7,45	8,31	9,10	10,30	11,81	13,57	15,45	17,41	19,41	21,37
Média Geral	6,55	7,66	8,54	9,36	10,62	12,20	14,04	16,02	18,08	20,17	22,21

**Apêndice I - Reflectância da madeira de Guajará na região do visível.**

<b>Face</b>	<b>Comprimento de Onda</b>										
	<b>(nm)</b>										
	<b>400</b>	<b>430</b>	<b>460</b>	<b>490</b>	<b>520</b>	<b>550</b>	<b>580</b>	<b>610</b>	<b>640</b>	<b>670</b>	<b>700</b>
Radial	5,75	6,55	7,07	7,59	8,85	10,29	11,94	14,32	17,45	20,74	23,95
Tangencial	5,81	6,59	7,07	7,53	8,60	9,85	11,31	13,48	16,39	19,56	22,76
Média Geral	5,78	6,57	7,07	7,56	8,73	10,07	11,63	13,90	16,92	20,15	23,36

**Apêndice J - Reflectância da madeira de Taxi na região do visível.**

<b>Face</b>	<b>Comprimento de Onda</b>										
	<b>(nm)</b>										
	<b>400</b>	<b>430</b>	<b>460</b>	<b>490</b>	<b>520</b>	<b>550</b>	<b>580</b>	<b>610</b>	<b>640</b>	<b>670</b>	<b>700</b>
Radial	7,29	9,02	10,93	12,56	14,42	16,39	18,36	20,21	22,09	24,06	26,06
Tangencial	6,69	8,15	9,86	11,38	13,15	15,07	16,95	18,69	20,45	22,33	24,25
Média Geral	6,99	8,59	10,40	11,97	13,78	15,73	17,65	19,45	21,27	23,19	25,15

**Apêndice K - Correlação de densidade básica (DB) x retratibilidade (Rt, Rr e Rv) x flexão estática (MOE e MOR) x parâmetros colorimétricos da madeira (L\*, a\* e b\*) x teor de extrativos com metanol.**

Madeira		DB	Rt	Rr	Rv	MOE	MOR	L*	a*	b*	Extrat.
Axixá	DB	1									
	Rt	-0,155218	1								
	Rr	0,5740886	-0,897978	1							
	Rv	0,5897126	-0,889359	0,999815*	1						
	MOE	0,5603125	-0,905213	0,99986*	0,999354*	1					
	MOR	0,9926996	-0,034934	0,471141	0,487999	0,456321	1				
	L*	0,9166075	0,252669	0,19887	0,217661	0,182449	0,958136	1			
	a*	0,4036138	-0,966489	0,980848	0,976925	0,983969	0,290315	0,004177	1		
	b*	0,7307214	-0,787823	0,978469	0,982254	0,97488	0,643047	0,396859	0,919529	1	
	Extrat.	0,9993292*	-0,191291	0,603689	0,618893	0,590269	0,987617	0,901352	0,436849	0,755232	1
Guajará	DB	1									
	Rt	0,9389176	1								
	Rr	0,5136848	0,777574	1							
	Rv	0,9216862	0,998893*	0,806297	1						
	MOE	-0,845773	-0,977726	-0,89223	-0,98652	1					
	MOR	-0,800265	-0,957747	-0,92557	-0,97022	0,99678	1				
	L*	-0,925928	-0,739387	-0,15158	-0,70689	0,581605	0,514501	1			
	a*	0,9998891*	0,933687	0,500848	0,915806	-0,83773	-0,79124	-0,93145	1		
	b*	0,5213769	0,195864	-0,46431	0,14951	0,01432	0,094454	-0,80506	0,534029	1	
	Extrat.	0,9793701	0,98909	0,676463	0,981064	-0,93614	-0,90493	-0,8305	0,976252	0,338185	1
Taxi	DB	1									
	Rt	-0,862679	1								
	Rr	0,0911376	-0,582269	1							
	Rv	-0,988345	0,775632	0,061524	1						
	MOE	0,9980823*	-0,829718	0,029319	-0,99587	1					
	MOR	0,4840737	-0,860146	0,915503	-0,34522	0,42898	1				
	L*	-0,225531	-0,29816	0,949627	0,371214	-0,28541	0,743309	1			
	a*	-0,990462	0,924137	-0,22748	0,957942	-0,98003	-0,60002	0,089144	1		
	b*	0,8796287	-0,999404*	0,553849	-0,79696	0,848498	0,842021	0,265022	-0,93678	1	
	Extrat.	0,9044541	-0,995993	0,507226	-0,82897	0,876314	0,811084	0,211598	-0,9546	0,998487	1

\*\* , \* Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t